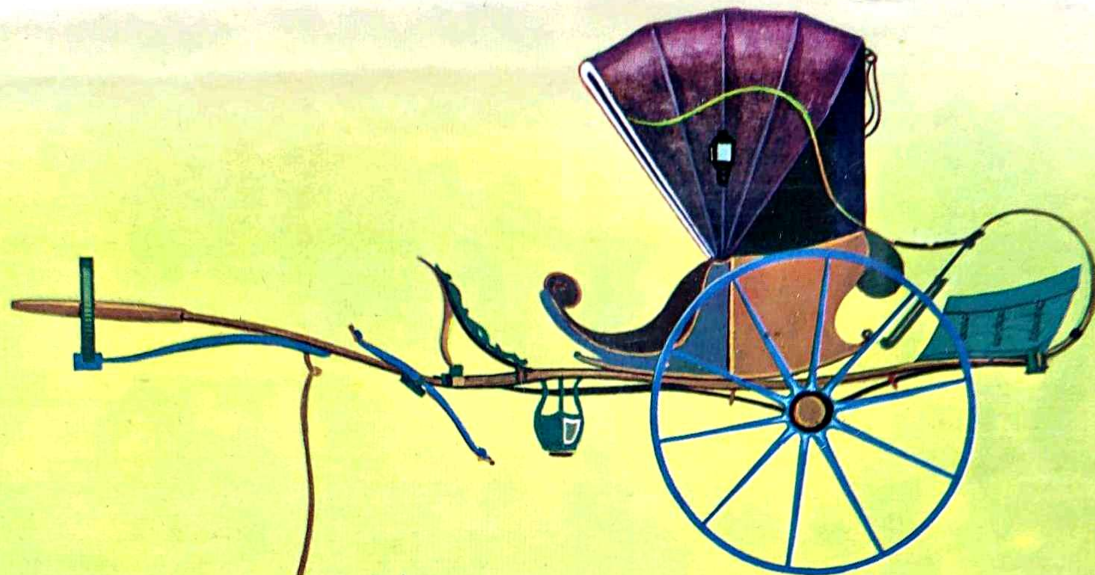
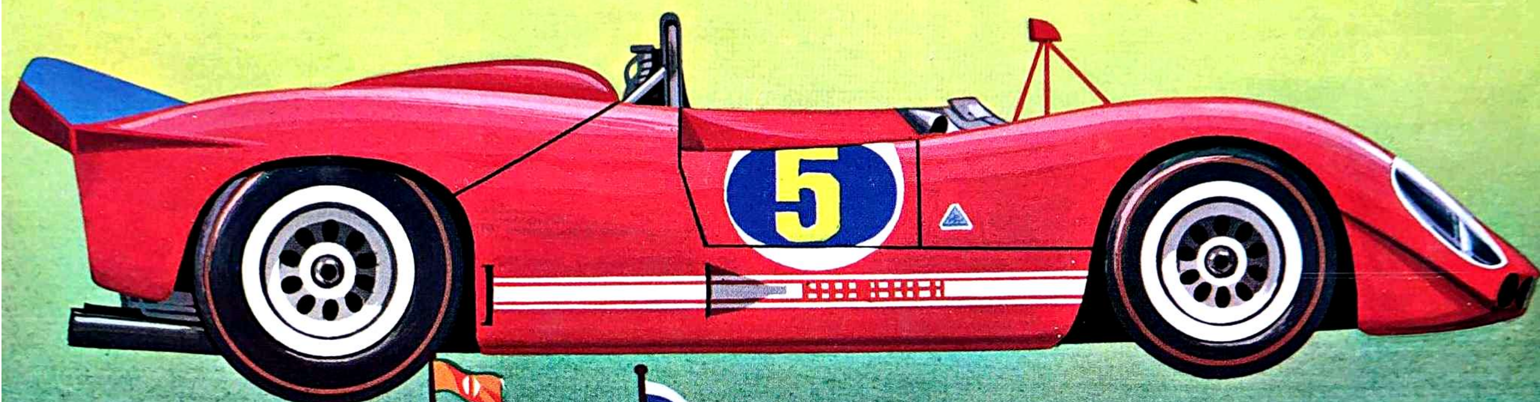


KRUG ZNANJA



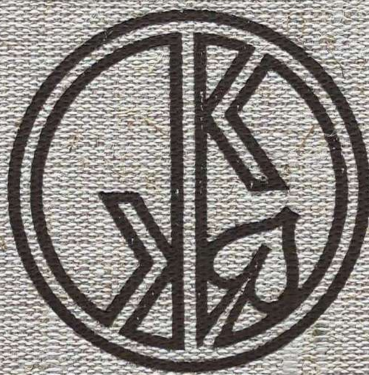




OD PJEŠAKA DO RAKETE

I





KRUG ZNANJA

Razvoj prometnih sredstava u uskoj je vezi s ekonomskim i kulturnim razvojem čovječanstva. Svaki novi izum na području prometnih sredstava, od nekadašnjih dvokolica s drvenim kotačima i čamaca od izdubenog debla do brodova s nuklearnim pogonom i aviona s nadzvučnom brzinom, pomicao je granice ljudskih saznanja i djelovanja. Napokon je izum raketa proširio te granice i na sam svemir.
Život današnjeg čovjeka nezamisliv je bez suvremenih prometnih sredstava, pa su u I kolu enciklopedijskog zbornika **Krug znanja** toj temi posvećene dvije knjige, što ih je napisao inž. Petar Mardešić.

OD PJEŠAKA DO RAKETE

knjiga prva

U ovoj knjizi upoznajemo se s razvojem prvih primitivnih vozila na kopnu, po rijekama i moru, zatim se tu opširno opisuju brodovi, podmornice, automobili najpoznatijih tipova itd.

U pripremi je za štampanje i knjiga

OD PJEŠAKA DO RAKETE

knjiga druga

U toj knjizi opisuje se razvoj željeznica, aviona, raketa itd.
Da bi se mogla prikazati praktička primjena prometnih sredstava, potrebno je upoznati i druge tehničke radove kao i samu organizaciju saobraćaja. Stoga opise prometnih sredstava prate također članci o cestama, mostovima, tunelima, kolodvorima, aerodromima, lukama, svjetionicima, različitim signalima, prometnim znakovima i sl.
Usto bogat dvobojni i četverobojni ilustrativni materijal, koji prati tekstove, u velikoj mjeri pridonosi živosti, zanimljivosti i razumljivosti članaka.
U knjigama **Od pješaka do rakete**, uz fantastična dostignuća moderne tehnike, prikazana je ujedno i uzbudljiva drama ljudskog stvaranja.

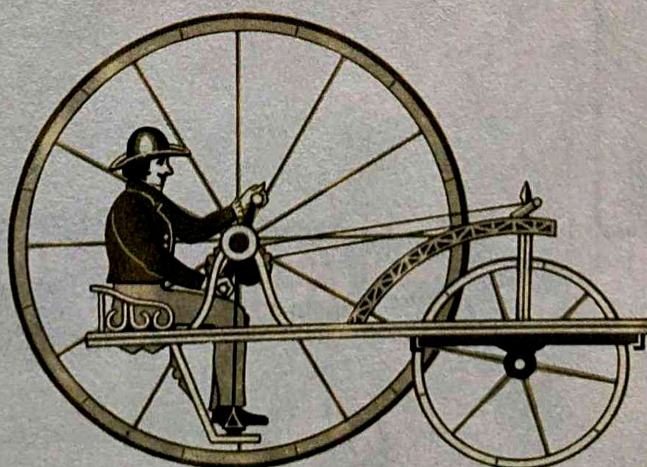
Po sadržaju i načinu obrade obje knjige sačinjavaju jedinstvenu cjelinu.

S obzirom na teme koje neobično zanimaju suvremenog čovjeka kao i na zanimljivo izlaganje građe, knjige **Od pješaka do rakete** su prijeko potrebno štivo današnjeg čovjeka i izvanredno korisna dopuna školske literature.

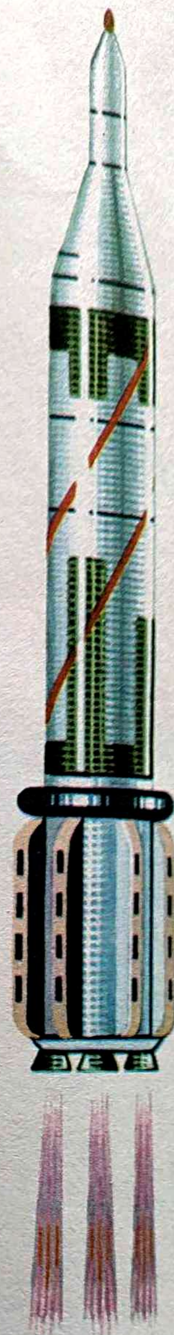


KRUG ZNANJA

OD PJEŠAKA DO RAKETE

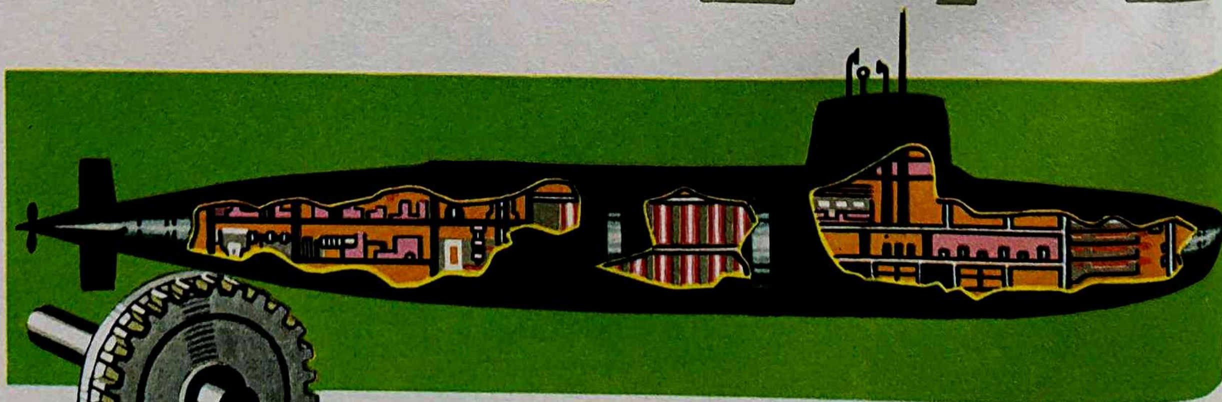


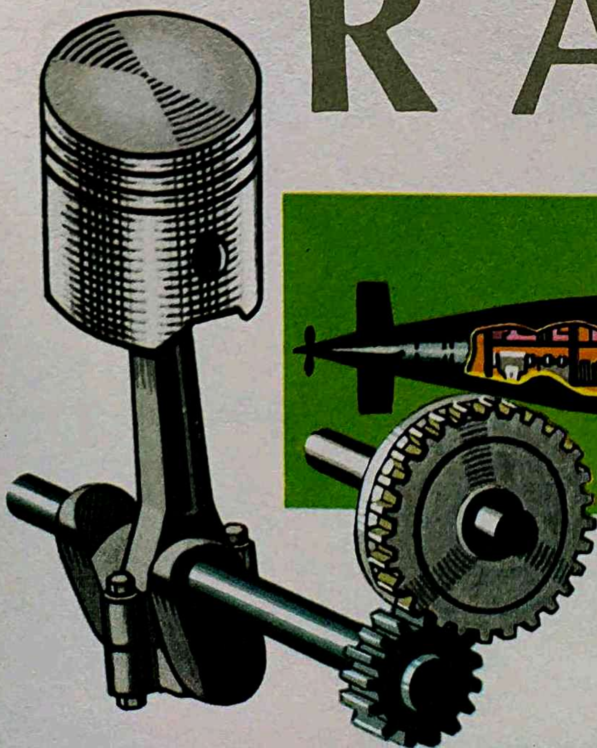
OD



DO

RAKETE





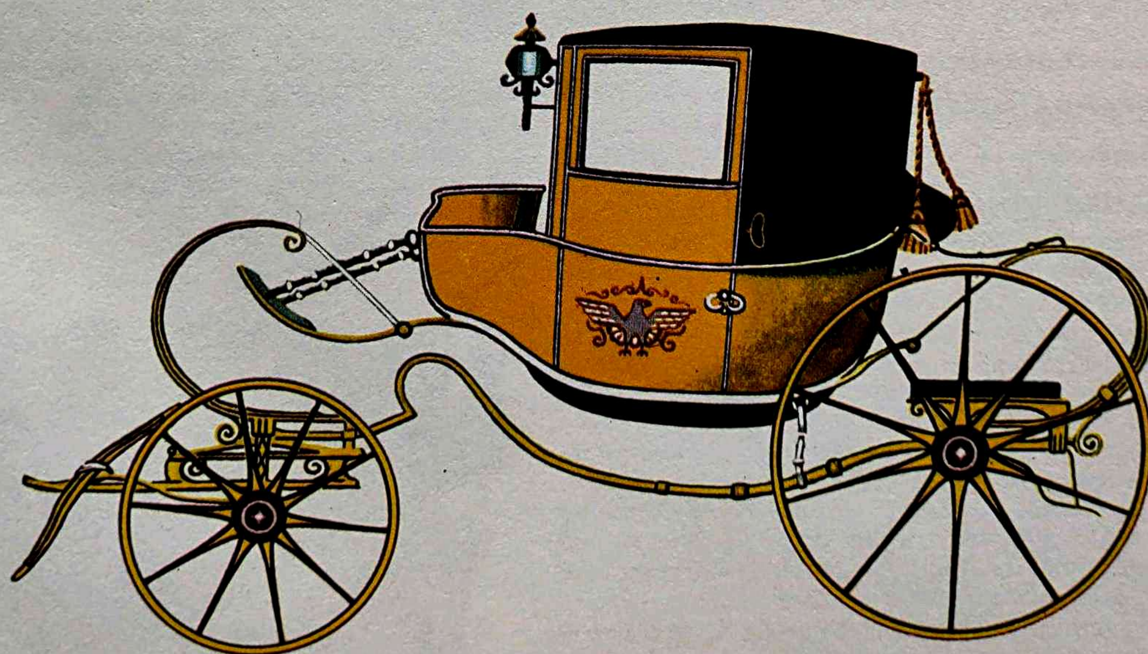
ENCIKLOPEDIJSKI ZBORNIK

KRUG ZNANJA

KOLO I — SVEZAK 3.

PJEŠAKA

Knjiga prva



Inž. PETAR MARDEŠIĆ

IZDAVAČKO
KNJIŽARSKO PODUZEĆE
mladost
ZAGREB — 1971

LIKOVNA POSTAVA

IRISLAV MEŠTROVIĆ

NASLOVNU STRANICU
IZRADIO

VLADO JAKELIĆ

ILUSTRATORI

JOSIP BIFEL
ANTUN CETIN
ADALBERT FRANJIĆ
LADISLAV GMAJNIĆ
VASILIJE JORDAN
FERDINAND KULMER
BRANKO MARAČ
DALIBOR PARAČ
FRANE PARO
ZLATKO SLEVEC
ŠTEFANIJA ŠOŠTARIĆ
MILAN UZUN
BRANKO VUJANOVIĆ



Pionir-pješak

Da bi mogao svladavati prostor, čovjeku u današnje vrijeme pomažu strojevi, koji pokreću kopnena vozila, čamce, brodove, avione, rakete i prenose u daljinu znakove, govor te mrtve i žive slike. Ali u dalekoj prošlosti, prije više tisuća godina, naši preci nisu znali iskoristiti nikakve pomoći da bi sebi olakšali i ubrzali posao. Kad bi morali nekamo putovati, pješačili su bosonogi, a teret su prenosili na rukama. U to doba oni nisu znali obrađivati zemlju, nego su se hranili mesom ulovljenih životinja. Kad su se životinje selile i tražile novu pašu, morali su i oni hodati za njima jer bez životinja nisu mogli živjeti.

Pri seobi se čitava porodica stiskala oko nosila. Najiskusniji je bio vođa. Najjači su nosili na nosilima nejaku djecu, nemoćne, bolesne i kože za zaklone. Ostali su hodali uz nosila s mješinama punim vode i ubijenim životinjama, koje su jeli sirove jer nisu znali za vatru. Nosila su bila prvo prijenosno sredstvo.

Životinje

Velik je napredak učinjen kad je čovjek u kameno doba pripitomio neke životinje. U njima je našao veliku pomoć, jaču snagu i dulju izdržljivost. Životinje su čovjeku proširile domašaj putovanja i povećale brzinu kretanja, a u tome mu pomažu i sada. Ni moderni strojevi nisu još posve istisnuli iz prometa i s radova konje, volove, bivole, sobove, deve, slonove, pse i druge





Konji američke poštanske službe Pony Express prelazili su u 8 dana 3200 km i prenosili pisma štafetom

životinje. Od polarnih krajeva, gdje psi i sobovi vuku saonice neizmjernim ledenim prostranstvima, do užarenih pustinja, kojima polagano i dostojanstveno kroče deve, milijuni životinja pomažu čovjeku u savlađivanju prostora jer su neki krajevi i sada nepristupačni modernim strojevima.

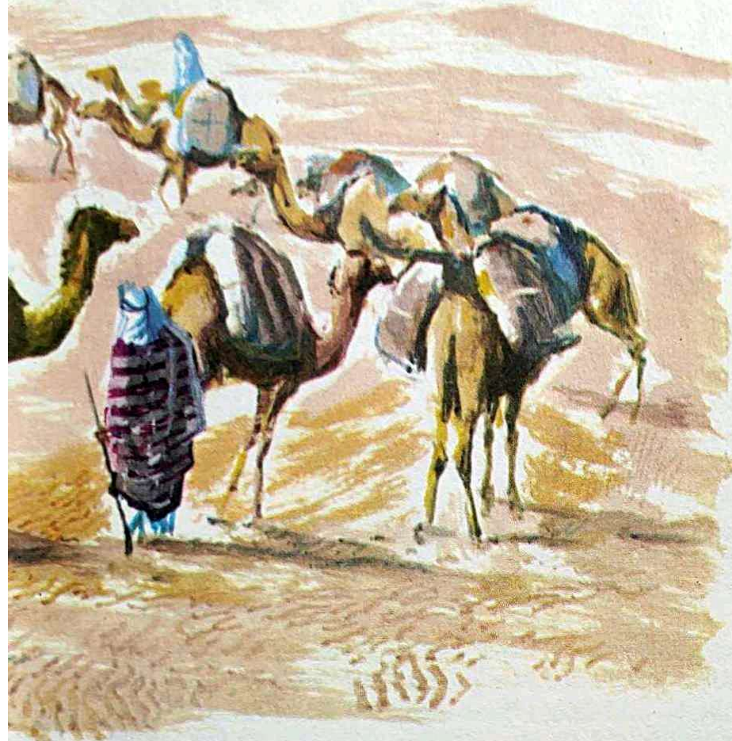
Konj je odavna čovjeku najvjerniji pomagač. Čim je uzjahao na konja, jahač se mogao kretati brže i mnogo duže. Konj je na svojim leđima mogao ponijeti i mnogo više tereta nego čovjek. Golem je to bio napredak, jer je konj proširio čovjeku obzorje do neslućenih daljina. Kroz više tisuća godina čovjek i konj bili su nerazdruživi suputnici na dalekim putovanjima. Naš zemljak Marko Polo proputovao je na konju i devi od 1271. do 1295. golem put od današnjeg Izraela na obali Sredozemnog mora do Kambaluka, današnjeg Pekinga, pred obalom Žutoga mora, dakle čitav azijski kontinent po njegovoj najvećoj širini. Prodor Huna iz Azije u Evropu u IV st. i Mongola u XIII st. ne bi se mogao ni zamisliti bez njihovih brzih i izdržljivih konja. U teško pristupačnim brdskim krajevima tereti se još i sada prenose gotovo isključivo na mazgama, mulama, magarcima i konjima.

Sredinom XIX st. u Sjedinjenim Američkim Državama jedino prometno sredstvo između istočnih i zapadnih krajeva bile su poštanske diližanse. Međutim, za prenošenje brzih vijesti bile su one prespore, pa je 1860. organizirana brza poštanska služba na konjima, tzv. Pony Express (Pouni ikspres). Vješti jahači, jašući u smjeni danju i noću, prevaljivali su u galopu put od St. Josepha u Missouriju (Mizueriju) do Sacramenta (Sekrementa) u Kaliforniji, dug 3200 km, za nešto više od osam dana. Takvom brzom jahaču podignut je u St. Josephu spomenik kao sjećanje na značajnu ulogu što su je jahači Pony Expressa vršili u povijesti američkog saobraćaja.



Deva je drugi, ali u žarkim pustinjama gotovo jedini čovjekov pomagač. Jednogrba deva u sjevernoj Africi i jugozapadnoj Aziji i dvogrba u srednjoj i istočnoj Aziji prilagođene su životu u pustinji i stepi pa već više tisuća godina služe za prijenos robe i za jahanje. Hodaju polako i gegaju se s boka na bok, pa nevješta jahača može spopasti prava morska bolest. Vrlo su ustrajne i izdržljive. Ljeti i za najveće žege izdrže 4 do 5 dana, a zimi i do 25 dana bez vode; piju i slanu vodu. Leđna grba na devi sastoji se od masna tkiva, koje joj služi kao rezervna hrana u doba gladovanja. Modernim bi se jezikom reklo da deve imaju velik akcioni radijus jer mogu dugo hodati a da ne jedu i ne piju, duže nego ijedno vozilo s mehaničkim pogonom bez nadopune goriva, izuzevši brod. Opravdano ih i zovu pustinjskim brodovima, a doista se i doimlju kao konvoj brodova kad putuju u karavanama preko pješčanih brežuljaka neizmjernim pustinjskim prostranstvima. Kao što mornar u luci provjerava na brodu svaku sitnicu prije nego se otisne na plovidbu preko oceana, tako i gonič deva u pustinjskoj oazi pregledava svako uže i sve pojedinosti na opremi prije nego iziđe na pješčano more. I najmanji propust, npr. samo slabo utisnut čep na mješini s vodom, može značiti užasnu smrt od žeđe usred užarene pješčane pustinje. Ako goniči počnu klati deve i piti njihovu krv, pješice neće stići u daleku oazu.





U pustinjama roba se prevozi karavanama deva, koje ljeti za najveće žege izdrže četiri do pet dana, a zimi i do dvadeset i pet dana bez vode. Masno tkivo u grbi služi devi kao rezervna hrana

Pas. U polarnim krajevima, na Grenlandu, u Aljasci, sjevernoj Kanadi, na Svalbardu i Antarktici prijevozno su sredstvo saonice sa psećom spregom. Tu su psi jedini čovjekovi pomagači. Saonice modernih istraživača imaju i modernu opremu: specijalne šatore od plastičnih masa, kuhala, mehanička brojila prevaljenog puta, kompase i kronometre, ali ispred saonica upregnuta je sprega iskusnih polarnih pasa, a njih ni sada u nekim slučajevima ne mogu zamijeniti golemi motorni traktori-gusjeničari s prikolicama. Kad olujna noć zakrije sve signale, a žestok vjetar snježnim mećavama izbriše sve tragove, iz traktorskog se konvoja istovari pseća sprega. Stari iskusni pas predvodnik vodi tada svoju spregu natrag u logor na ledenom polju po izbrisanim tragovima instinktom i njuhom, a iza njega poslušno voze golemi traktori s modernim navigacijskim spravama. Najžešća hladnoća, koja pretvara motore, plinsko ulje i benzin u ledene gromade, i strašan vjetar, koji zatrpava sve označene staze i podmukle pukotine u ledu, ne smetaju psima, koji noću mirno spavaju pod vedrim nebom zatrpani snijegom, a ujutro se mogu prepoznati po snježnim humcima i rupicama u snijegu kroz koje dišu.

Polarnu pseću spregu vodi iskusan pas predvodnik. Na saonicama su uz goniča šator, hrana, oruđe i kompas koji pokazuje smjer. Kolo iza saonica okreće brojilo koje pokazuje prevaljeni put

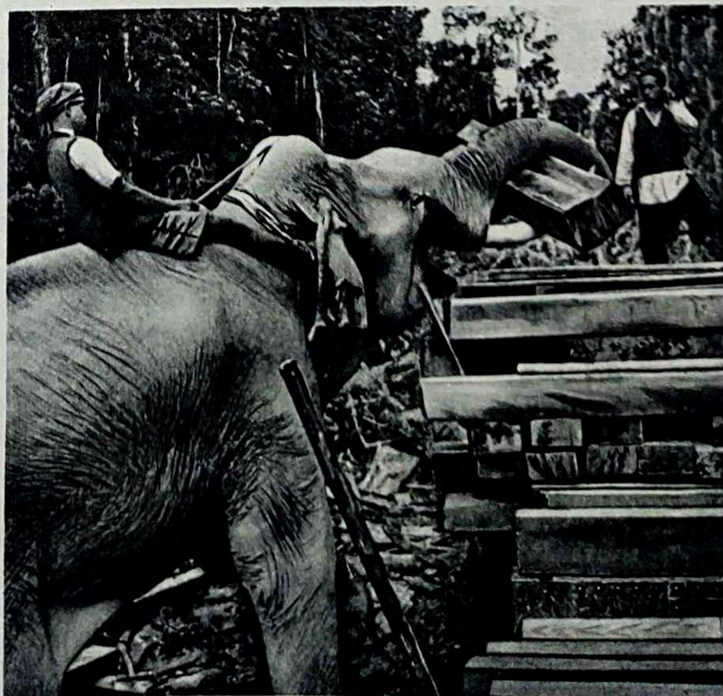
Polarni psi su skupocjene životinje. Uzgajaju se u arktičkim krajevima i na otočju Falkland u Južnoj Americi. Ako se psi uzgajani na sjevernoj hemisferi dovezu na Antarktiku, oni za južne zime dobivaju ljetnu dlaku i treba dugo vremena dok se prilagode obratnim godišnjim dobima. Sada se psi na Antarktici ipak sve manje upotrebljavaju jer su ih zamijenili moderni traktori gusjeničari s elektronskim otkrivačima pukotina na ledu.

Slon je također veoma korisna životinja, koja je zbog svoje snage i izdržljivosti čovjeku od velike pomoći. Nekad su se na slonovima namještali pravi čardaci s krovom za putnike. Na njima se polazilo i u lov na divlje zvijeri, a nekad su ih upotrebljavali i u ratovima. Poznato je da je kartaški vojskovođa Hanibal, kad je početkom ← III st. prelazio Pireneje i Alpe, imao u sklopu svoje vojske i 37 bojnih slonova.

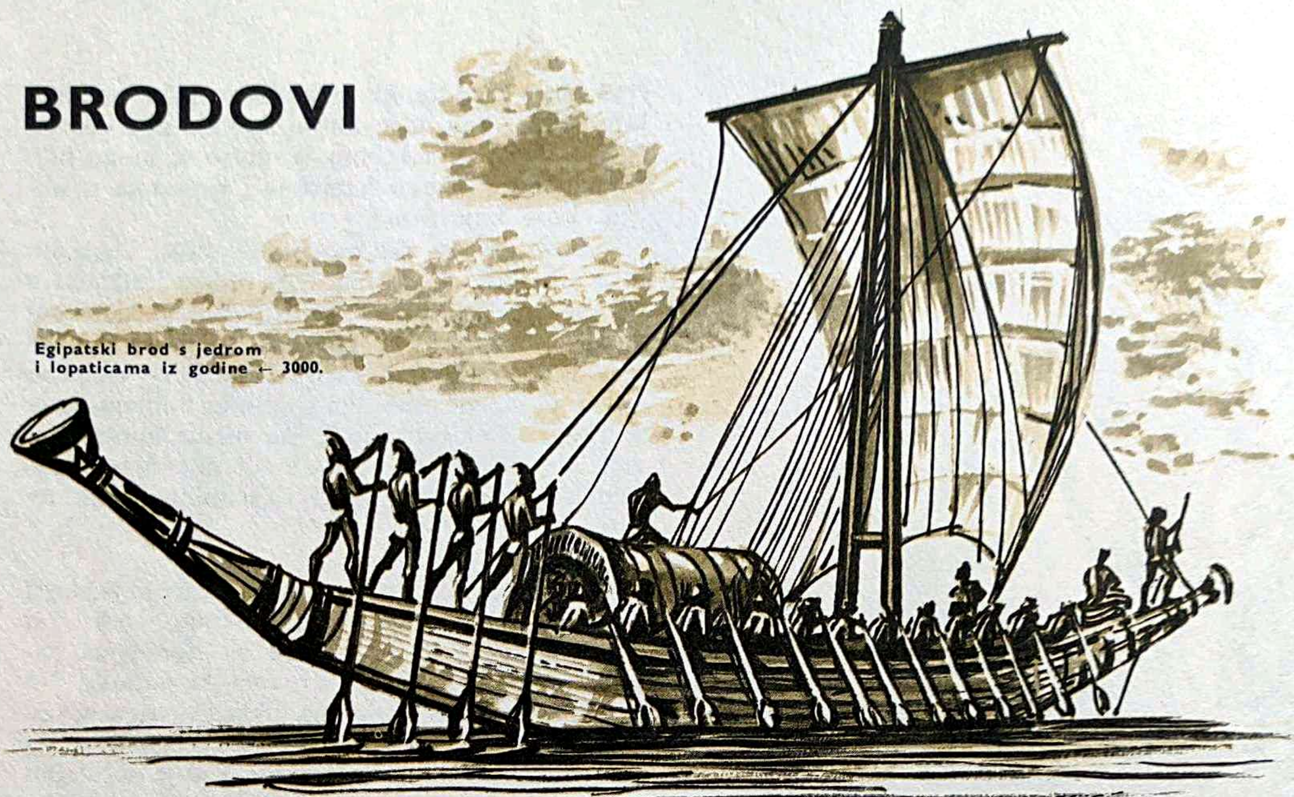
Sada se slonovi ponajviše upotrebljavaju za prenošenje tereta. U prašumama, pa i u nekim riječnim lukama i u pilanama, slonovi svojim jakim rilom prenose teške grede do brodova ili pila. Naučili su se da radno vrijeme počinje i završava na zvuk sirene, pa kad čuju znak svršetka rada, ispuste gredu makar se nalazili i nasred puta.

Vrijedni su čovjekovi pomagači i volovi, bivoli, mazge, magarci, sobovi i mnoge druge životinje, koje će čovjeku i ubuduće biti zacijelo od velike koristi.

U prašumama, pa i u nekim riječnim lukama, na kolodvorima i u pilanama slonovi svojim jakim rilom prenose, guraju ili vuku teške grede do brodova, vagona ili tračnih pila. Oni vrše i druge radove



BRODOVI


Egipatski brod s jedrom i lopaticama iz godine ← 3000.

Ako se sva plovila podijele prema građevnom materijalu, prvi su bili drveni brodovi, nakon toga kratko vrijeme željezni brodovi, a u najnovije doba čelični. Prema pogonskom sredstvu, prva su bila plovila s lopaticama, zatim brodići s veslima, pa jedrenjaci, parobrodi i motorni brodovi, a u posljednjem desetljeću nuklearni brodovi

ČAMCI S LOPATICAMA

Čamci s lopaticama. Kad je u pradavno doba pri lovu i traženju hrane rijeka prepriječila čovjeku put, on ju je pregazio ako je bila plitka. Ali ako mu je nestalo dno pod nogama, a vodena struja prijetila mu da ga odnese, osjetio je čovjek kako je u vodi slab i nemoćan. Motreći životinje, naučio je i plivati, ali u vodi je jedva odmicao, bilo mu je hladno, a kad su ga i najmanji vrtlozi i valovi zapljusnuli, jedva je disao. U vodi je bio nešto sigurniji ako se uhvatio za drvo što pluta, ali i tada je morao zepsti i sporo je odmicao.

Stanovnici uz rijeke svakako su vidjeli s obale kako ptice i druge životinje plove niz vodu sjedeći na kakvu odvaljenu panju. Trebalo je samo naći dosta veliko deblo da se na nj može popeti, pa je i čovjek mogao prijeći preko rijeke suh. Deblo je svakako bilo prvo plovilo. Čovjek je uzjahao na nj, pa je, potiskujući se rukama i grabeći vodu, prebrodio rijeku.

Deblo




Ladva

Ladva. Takvo oblo deblo nije bilo pogodno jer se obrtalo pod jahačem, a ako se i nije obrtalo, noge su mu svakako bile neprekidno u hladnoj vodi. Nakon mnogo prelazaka preko rijeke čovjek je shvatio da deblo treba biti dovoljno široko i pravilno, pa se neće obrtati. Međutim, takva debla nije bilo lako uvijek naći blizu vode. Zato se čovjek dosjetio da i nepravilnu deblu dade pravilan oblik i da u njemu izdube malu šupljinu, u kojoj će udobno sjediti zaštićen od pjene i zapljuskivanja valova. U šupljini je bilo mjesta za oruđe i oružje pa i za lovinu. Tako je nastalo prvo umjetno plovilo koje se zove *ladva* ili *monoksil*, a to znači plovilo izrađeno od jednog komada debla. Kad su naučili graditi ladve, ljudi su izrađivali sve veća i sve bolja plovila s povišenim bokovima.

Čovjek koji je sjedio u izdubenoj ladvi visokih bokova više nije mogao doseći rukama vodenu

površinu pa je upotrijebio *lopaticu* da njome grabi vodu i tjera čamac.

Ladve se izrađuju i danas u mnogim krajevima svijeta. Domoroci u nekim krajevima, osobito na Novoj Gvineji, još i sada dubu debla paljenjem vatre i obrađuju ih kamenim sjekirama, kao što su to radili naši preci prije više tisuća godina.

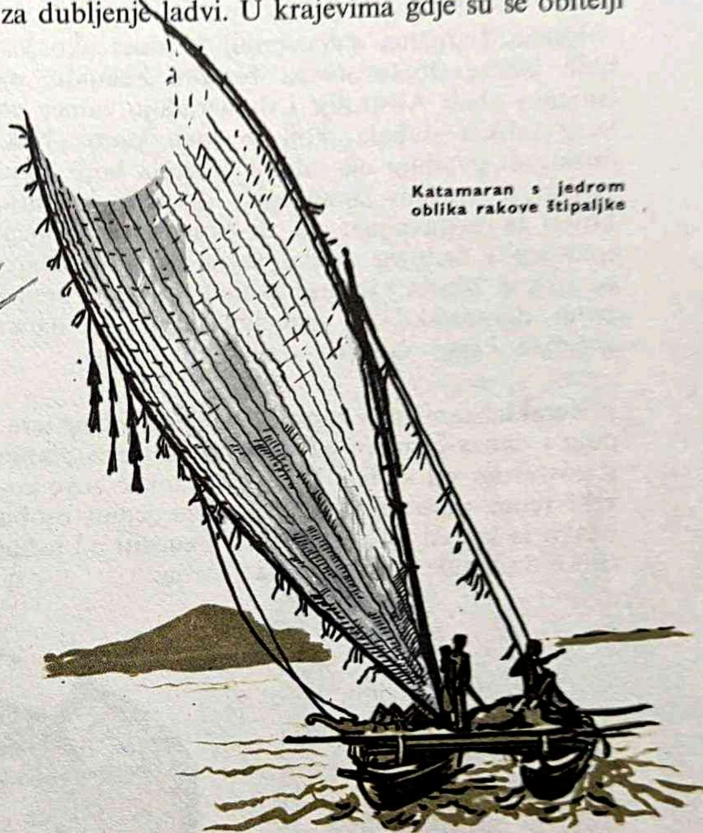


Tahitska piroga sa dva bočna plovka

Piroga. Stanovnici mnogih otoka na Tihom oceanu grade danas ladve vrlo lijepa oblika s oštrim uzvijenim krajevima. Da se na uzburkanu moru ne prevrnu, dograđuju im s jedne strane *bočni plovak*, koji je s ladvom spojen poprečnim *sponjama*. Domoroci u Karipskom moru zovu takav čamčić *paragva*. Od toga domorodačkog naziva nastalo je ime *paraga* i *piroga*, kako se sada nazivaju sve domorodačke ladve. Ima i *dvotrupih piroga*, kojima su dva usporedna trupa međusobno povezana čvrstim sponjama i platformom, na kojoj je ponekad i mala kućica. Dvotrupa ladva zove se *katamaran*.

U davnini je bilo velikih ratnih katamarana, koji su mogli ponijeti i 60 ratnika. Takav veliki katamaran gradili su stanovnici čitave naseobine ili čitavo pleme jer je tesanje i dubljenje takve piroge iziskivalo dugotrajan i težak rad. Međutim, pojedini ribari gradili su za sebe male piroge za najviše dvije ili tri osobe.

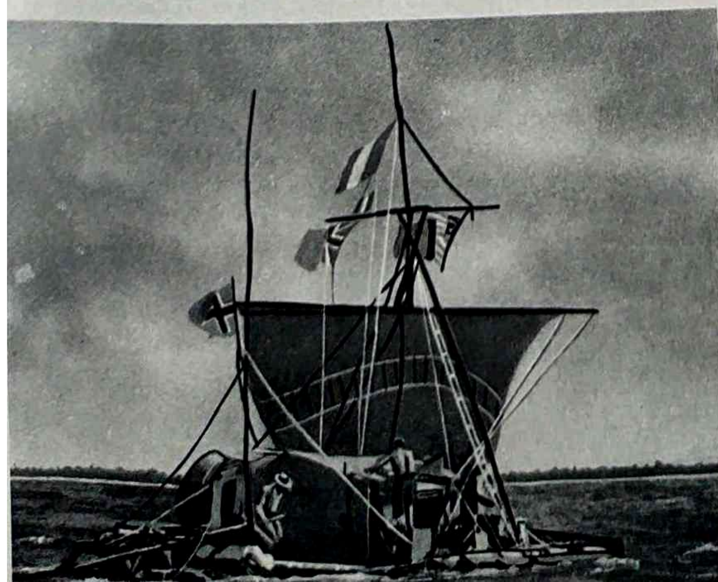
Splav. Kad je trebalo prevesti preko vode čitavu obitelj, piroga je bila odviše malena. Trebalo je graditi splav, koja je jednako tako staro plovilo, a možda i starije nego ladva. Splav se može lakše izraditi: treba samo posjeći nekoliko podjednako debelih stabala, debla položiti jedno uz drugo, međusobno ih povezati poprečnim oblicama i porinuti ih u vodu. Splavi su gradili i oni narodi gdje nema dovoljno debelih stabala za dubljenje ladvi. U krajevima gdje su se obitelji



Katamaran s jedrom oblika rakove štipaljke

otiskivale na daleka putovanja preko mora, splavi su bile dobra plovila jer su se mogle održati na uzburkanu moru. Međutim, splav je tako široka i u vodi pruža velik otpor da se ne može potiskivati lopaticama i veslima. Stoga se one i danas spuštaju na rijekama samo niz vodu, a u moru niz struju i niz vjetar. Norvežanin *Thor Heyerdahl* (Tor Hajerdal) ekspedicijom na splavi *Kon-Tiki* dokazao je da se takvom splavi, ploveći niz stalnu morsku struju, mogao i u staro doba preploviti čitav ocean. On je sagradio splav od devet balsinih greda, pustio se niz Južnu ekvatorsku struju i preplovio pola Tihog oceana iz luke Callao (Kaljao) u Čileu do otoka Raiatea u otočju Tuamotu.

U krajevima gdje nema šuma stanovnici su izmišljali drugačija plovila. Asirci su već u pretpovijesno doba upotrebljavali *mješine*. U Iraku se i sada grade velike teretne splavi sastavljene od mnogo spojenih mješina. Splav se spušta niz vodu, a kad stigne na odredište, roba se iskrca, splav se rastavi, a mješine se natovare na magarce i prenesu natrag uz vodu odakle su i došle.



Heyerdahl je 1947. sa splavi Kon-Tiki preplovio pola Tihog oceana da bi dokazao kako su se i Polinezijci mogli tako doseliti iz Amerike

Kajak. U polarnim krajevima upotrebljavaju se čamci od kože zvani kajaci. Najčuveniji su svakako kajaci što ih Eskimi izrađuju od tuljanove kože s kosturom od kostiju. Prema eskimskim kajacima grade se sada svagdje u svijetu sportski kajaci različnih vrsta.

Kanoe. Indijanci u Sjevernoj Americi oko Velikih jezera, domoroci na Novom Zelandu, na istočnoj obali Australije i dr. izrađuju čamce od kore velikih stabala, koji se zovu kanoi. Neki ih narodi izrađuju od jednog komada kore, koju svijaju u vrućem stanju oko drvenog kostura. Drugi ih sastavaljaju od tri komada: prednjeg, srednjeg i zadnjeg dijela, sašiju ih vlakancima od lika ili žilama i šavove zaliju smolom. I prema ovim domorodačkim čamcima grade se danas *sportski kanoi* različna oblika.

Korekl. Stanovnici zapadne engleske obale izrađuju i danas čamčiće od kože ili nauljena platna s kosturom od šiblja. Takav se čamčić zove korekl (engl. *coracle*). Može ponijeti jednu osobu i tako je lak da ga ribar može prenositi od jedne rijeke do druge na leđima kao torbu.

Eskimski kajak od tuljanove kože



Indijanski kanoe od kore





Engleski korekl



Anamska kufa

Kufa. Na nekim se azijskim rijekama izrađuju okrugli čamci od šiblja ili bambusa i pletu poput košara. U Anamu se takvi čamci zovu kufe. Obloženi su bivoljom balegom i premazani smolom. Takve okrugle čamce od šiblja oblijepljene blatom ili pokrivene životinjskim kožama imali su nekoć Asirci i Babilonci.

U Egiptu, Sudanu i na jezeru Čad domoroci izrađuju *čamce od papirusa* i od drugih vlakana ili od trske.

Na svijetu ima na tisuće vrsti primitivnih čamaca građenih različnim sredstvima i na različne načine. Ipak je izdubeno deblo bilo najčešći oblik prvih čamaca. Ali dubljenje nije bio lak posao. Stoga su prastari graditelji pokušali čamac sastaviti od dasaka napravljenih od drveta koje se dalo lako guliti. Daske su se namještale kao ograda iznad debla, što je ostalo na dnu kao neka vrst grede temeljnice, hrptenice čamca. Bokovi su se na čamcima gradili s vremenom sve viši i od sve više redova (*vojeva*) dasaka (*platica*), a deblo se tesalo sve tanje i pravilnije u temeljnu gredu-*kobilicu*. Uskoro su se gradili veliki čamci, na kojima su mogli stanovati i mornari. Da bi se zaštitili od nevremena, čamce su pokrili krovom od dasaka (*trenica*). Tako su nastali veliki čamci s palubom, koji se zovu brodovi.

BRODOVI NA VESLA

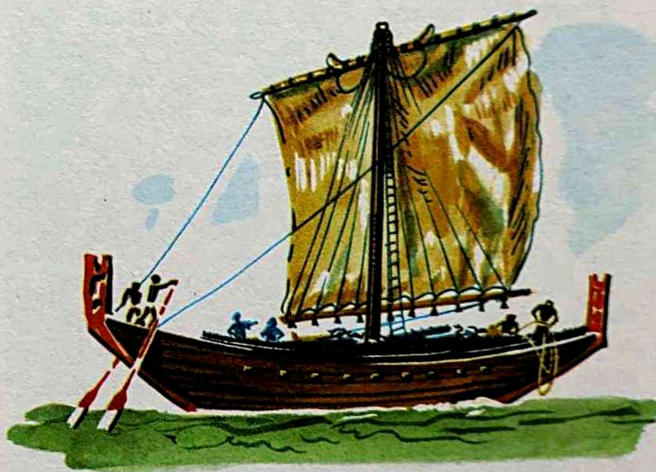
Kad su oko ← 2000. brodski bokovi postali tako visoki da se ni lopaticama nije mogla doseći voda, izumljene su duge lopate, pričvršćene vijencima od konopa za klinove (*palce*) na gornjem rubu brodskih bokova. Tako su nastala *vesla*, koja se upotrebljavaju i danas na malim obalnim jedrenjacima i čamcima. Vesla su, dakle, pogonsko sredstvo staro gotovo četiri tisuće godina. Uza svako veslo sjedio je po jedan čovjek, a kako su egipatski brodovi u to doba imali i do 30 veslača, te jedno ili dva vesla privezana uz krmu sa 2 do 4 krmilara, pa kapetana i više mornara, posada je brojila i do 50 ljudi. S toliko ljudi brodovi nisu mogli ploviti daleko jer nisu mogli ponijeti dovoljno hrane ni vode. Za duga putovanja trebalo je smanjiti broj veslača, a to se moglo učiniti tako da se za pogon umjesto ljudskih mišica iskoristi vjetar, tj. da se na brod razapne jedro.

Jedro nije djelo jednog izumitelja. Silu vjetra iskorišćivali su pomorci i ribari u svim krajevima svijeta. I danas najprimitivniji narodi iz Nove Gvineje i unutrašnjosti Brazila iskorišćuju grane, dijelove odjeće, ogrtače i kite od perja da im sila povoljnog vjetra tjera čamac. I brodolomci razapinju košulju ili pokrivač na primitivnoj splavi da je vjetar ponese prema obali. Tako su radili i prvi brodari.

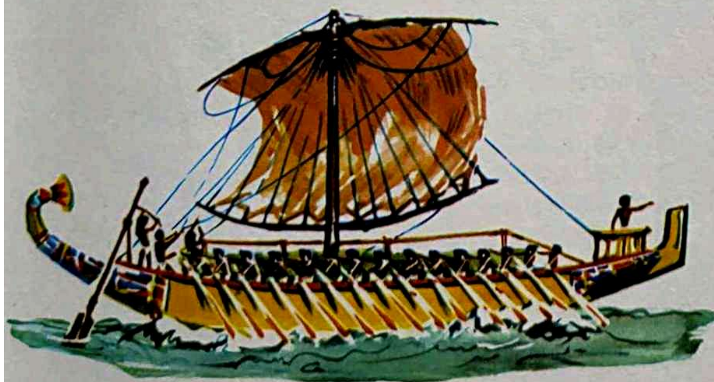
Na većim egipatskim, arapskim i kineskim brodovima podizala se visoka motka koja se zove *jarbol*. Na jarbol se dizao vodoravni križ, a ispod križa razapinjalo se četverokutno *križno jedro*. Kinezi su na svojim džunkama dizali uz jarbol jedro od pletera razapeto između bambusovih trstika u obliku šišmiševa krila. Polinezijci su između dvije bambusove motke razapinjali jedro od platna u obliku rakove štipaljke.

Feničanski brodovi. Feničani su bili prvi pomorci duge plovidbe. Imali su male, ali dobre teretne brodove. Njima su oko god. ← 600. ušli iz Sredozemnog mora u Nil, prošli jednim kanalom iz Nila u Crveno more i ploveći prema jugu oplovili Rt dobre nade. Oplovivši, dakle, čitavu Afriku vratili su se u Sredozemno more kroz današnja Gibraltarska vrata. Njihovi su brodovi plovili više na jedra nego na vesla.

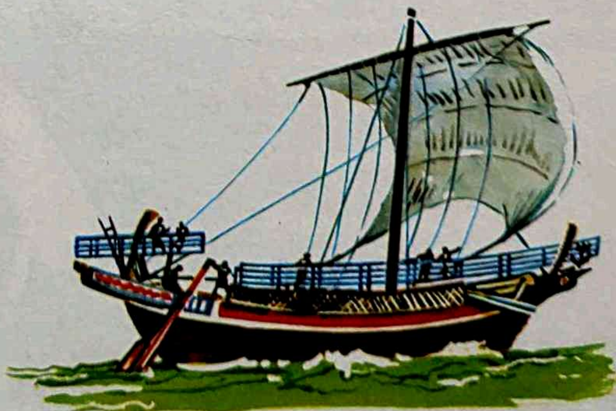
Grčki brodovi u doba kad su dolazili u Jadransko more, oko god. ← 500, imali su već dva jarbola sa 2 križna jedra. Grci su plovili uglavnom samo ljeti, od ožujka do listopada, a zimi su izlazili iz luka samo u slučaju potrebe po lijepu vremenu i na kratka putovanja. Plovili su samo danju uz obalu od rta do rta, a noć su provodili u zaljevu, uvali ili luci, gdje su usidrili brodove i privezali ih uz obalu. Posada je kuhala večeru i spavala na kopnu. Ako je prijetila oluja, brodove su izvlačili na žal.



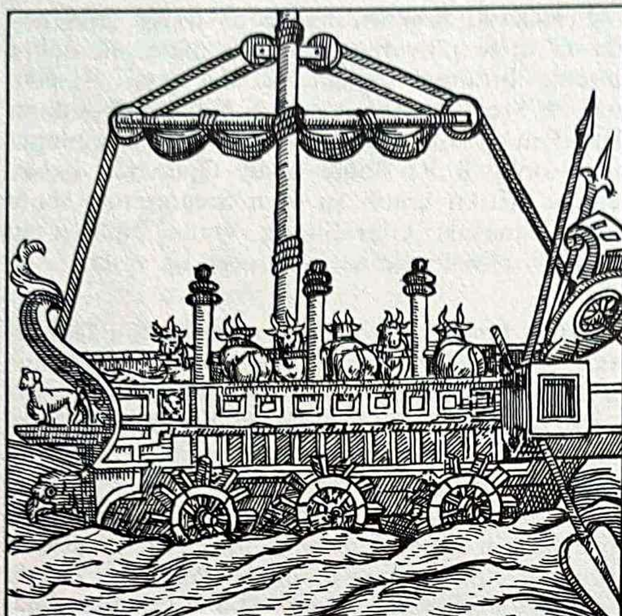
Feničanski brod iz godine ← 600



Egipatski brod na vesla iz godine ← 2000



Grčki trgovački brod iz godine ← 500



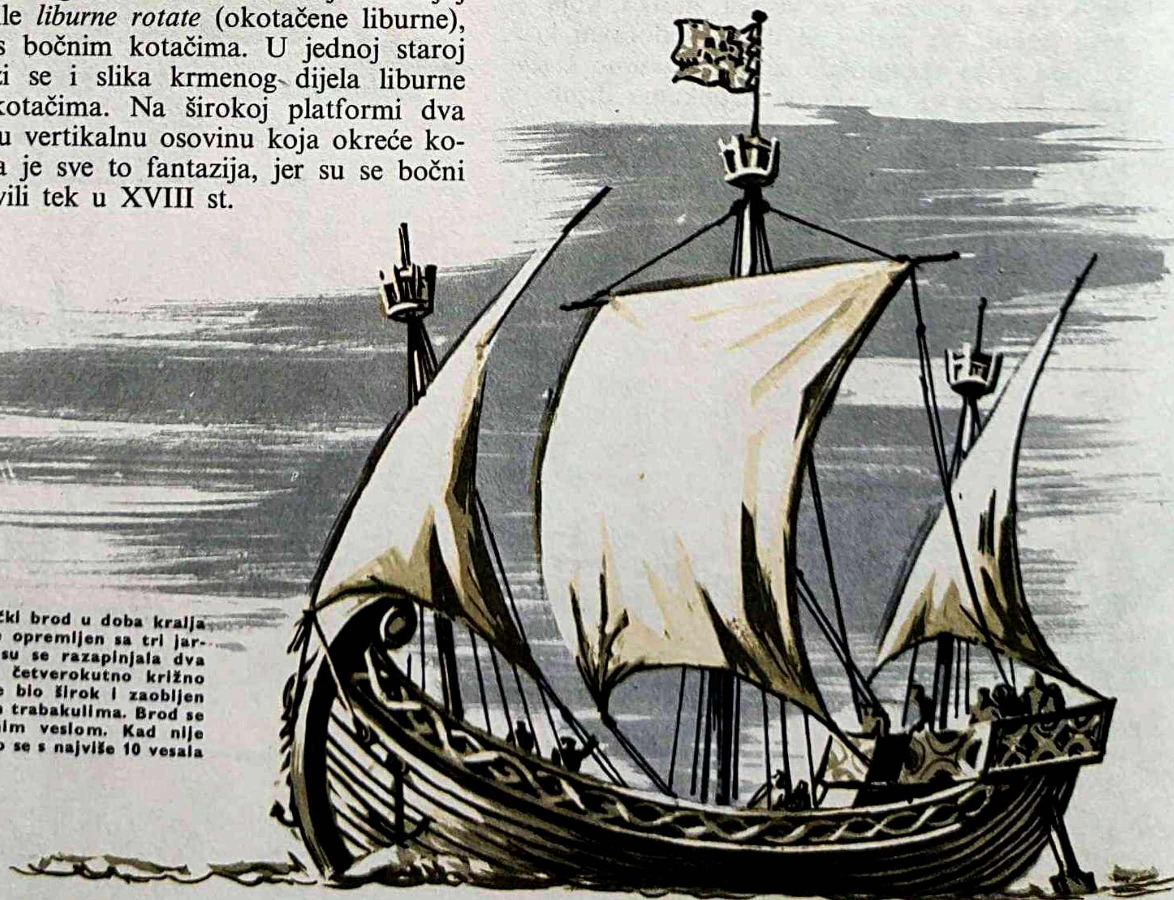
Liburna s bočnim kotačima što su ih okretali volovi

Trgovačke liburne. Prije dolaska Južnih Slavena na more živjeli su na istočnoj jadranskoj obali *Iliri*. Od svih ilirskih plemena najbolji su pomorci bili *Liburni*. Oni su se pročuli širom čitavog Sredozemlja svojim izvrsnim brodovima, zvanim liburne. To su bili čvrsti i brzi brodovi, vitka trupa s uzvijenim krajevima. Tjerala su ih dva reda vesala na svakom boku, a imali su i jarbol s velikim križnim jedrom.

O liburnama postoji i jedna legenda koju spominju mnogi stari pisci. Tadašnjim se pomorskim svijetom pronio glas da su se na našoj današnjoj obali pojavile *liburne rotate* (okotačene liburne), tj. liburne s bočnim kotačima. U jednoj staroj knjizi nalazi se i slika krmenog dijela liburne s bočnim kotačima. Na širokoj platformi dva vola pokreću vertikalnu osovinu koja okreće kotače. Možda je sve to fantazija, jer su se bočni kotači pojavili tek u XVIII st.

Hrvatski brodovi kralja Tomislava. Hrvati su došli do obala Jadrana u početku VII st. Oni su tu našli prekrasnu obalu i najbolje učitelje za gradnju brodova i za plovidbu. Imali su, dakle, izvrsne uvjete za razvoj pomorstva i mornarice. Hrvatski trgovački brodovi imali su u to doba tri jarbola sa jednim križnim i dva trokutna latinska jedra. Pramac je bio zaobljen i širok gotovo kao i sada na našim trabakulima. Na krmi je bila povišena paluba (krmnica) gdje su bili zapovjednik i krmilar. Krmnica se upotrebljavala i kao kula za obranu od morskih razbojnika, *pirata*. Za obranu su bili korisni i visoki *koševi* na jarbolima, koji su za mirne plovidbe služili za izviđanje jer se odatle mogla zasuti paluba neprijateljskog broda tučom otrovnih strelica. Brod je plovio na jedra, a upravljao se velikim veslom s desne strane krme. Za tišine bez daška vjetra mornari bi namjestili 6 do 10 vesala i tjerali brod veslanjem.

Drakari. Daleko na sjeveru Evrope, u današnjoj Danskoj, Norveškoj i Švedskoj, gradili su vrlo čvrste i jake brodove hrabri pomorci *Vikinzi*. Oni zacijelo nisu znali kako grade brodove narodi na Sredozemlju, nego su brodograđevnu vještinu sami usavršavali. Stoga su se vikinški brodovi i razlikovali od sredozemnih. Svi brodograditelji svijeta gradili su dotad brodski trup tako da su preko rebara postavljali jedan voj platica uz drugi, pa je vanjska oplata svih brodova bila glatka. Takva se vrst gradnje zove *glatka gradnja*. Vikinški su brodovi u to



Hrvatski trgovački brod u doba kralja Tomislava bio je opremljen sa tri jarbola na kojima su se razapinjala dva latinska i jedno četverokutno križno jedro. Pramac je bio širok i zaobljen kao na današnjim trabakulima. Brod se upravljao krmenim veslom. Kad nije bilo vjetra, tjerao se s najviše 10 vesala

doba jedini na svijetu imali oplatu *prijeklopne gradnje*, tj. trenica jednog voja prelazila je rubom preko trenice drugog voja, a ova opet rubom preko trenice trećeg voja itd., kao što se preklapaju dužice ili crepovi na krovu.

Vikinzi su svoje mrtve vođe stavljali u drakare i pokapali ih zajedno s brodom. Stoga su nam oblici i gradnja drakara tačno poznati jer je nekoliko takvih grobnih brodova nedavno iskopano u Danskoj, Švedskoj i Norveškoj.

Vikinzi su gradili ratne i trgovačke brodove. Trup se nije mnogo razlikovao, ali vrh *pramčane statve* (prednje uspravne grede) ratnog broda bio je izrezbaren u obliku zmajske glave. Stoga se po zmaju (norv. drake) ratni brod zvao drakar. Trgovački brodovi nosili su na pramčanoj statvi izrezbarenu glavu neke domaće životinje. Vesla su se na drakaru provlačila kroz otvore u *valnici* (najviša platica oplate), a iznad nje su se namještali štitovi boraca. Svi su vikinški brodovi imali jedan jarbol i jedno križno jedro, obično od raznobojna platna s uspravnim crveno-bijelim ili modro-bijelim prugama.

Vikinški su brodovi bili pogodni i za daleka putovanja preko sjevernih hladnih mora. Njihove drevne narodne pripovijetke *Sage* opisuju mnoga putovanja i lov na morske sisavce. Neobičan je i njihov način plovidbe. Brodove su usmjeravali po najčešćim vjetrovima, koje su znali dobro razlikovati. Kompas ni druge sprave još nisu poznavali, kao ni drugi pomorci. Za prekomorska putovanja nosili su sa sobom ptice, po nekoliko gavrana u kavezima. Kad su iz Norveške zaplovili preko oceana u daleki Island, jedrili su nekoliko dana bočnim jugozapadnim vjetrom prema sjeverozapadu. Poslije dva do tri dana pustili bi iz krletke gavrana. On bi uzletio u visinu i domala odletio natrag prema kopnu. Po njegovu letu zaključili bi da se iz visine još vide norveške planine, po smjeru leta odredili bi i smjer kopna iza krme, i po tom su smjeru znali usmjeriti pramac. Poslije dva do tri dana plovidbe pustili bi drugoga gavrana. On bi dugo kružio iznad broda i obično bi se iznemogao vratio na brod. To je bio dokaz da se nigdje ne vidi kopno. Poslije idućih nekoliko dana pustili bi trećeg gavrana. Ako se i on vratio na brod, bio je to znak da još nema kopna na vidiku ni iz velike visine. Tek kad je četvrti ili peti gavran radosno zagraktao i poletio prema obzorju ispred broda, Vikinzi bi zajedrili za njim i u tom smjeru uskoro ugledali Island. Isto su tako preostale gavrane puštali na povratku u Norvešku i prema njihovu letu određivali smjer vožnje.

Vikinzi su preplovili Atlantski ocean, otkrili Island i Grenland, a Erik Crveni doplovio je u Sjevernu Ameriku 1001, tj. gotovo pet stoljeća prije Kristofa Kolumba. Vikinzi su znali izvrsno jedriti, stoga su i mogli ploviti tako daleko. Na sjevernim vjetrovitim i valovitim morima ne bi ploveći na vesla mogli stići do tih daljina, a za velik broj veslača ne bi mogli ponijeti ni dovoljno hrane i vode.

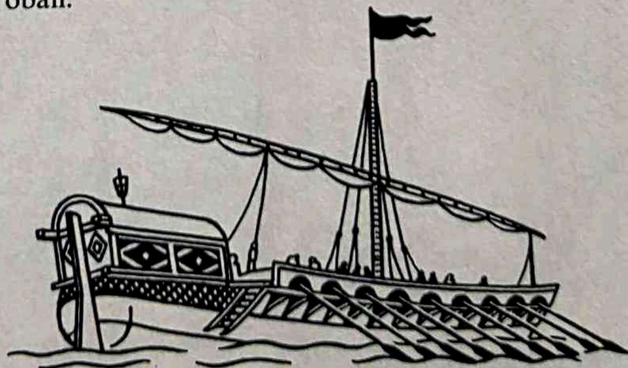


Vikinški ratni drakar iz X stoljeća

Trgovačke galije. Na Sredozemlju, na Jadranu i drugim zatvorenim morima, gdje su česte ljetne tišine, vesla su ostala još sedam stotina godina glavno pogonsko sredstvo, a galije najvažniji brodovi. I galije su imale dva jarbola sa dva *trokutna latinska jedra*, ali ona su se razapinjala samo za povoljna vjetra kao pomoć veslačima. Glavna su bila vesla i mišice bijednih *galiota*-veslača.

Na galijama se u XIII st. pojavila veoma krupna novost: pravo *krmilo*, gotovo onakvo kakvo se upotrebljava i sada na modernim brodovima. Ono je bilo namješteno u sredini krme na *krmenoj statvi* (krmenoj uspravnoj gredi). Ne zna se tko je izumio krmilo; prvi su ga uveli pomorci iz Bayonne (Bajone) u Francuskoj, pa se ono u početku i zvalo *bajonsko krmilo*.

Ovakvim su galijama trgovci iz Genove (Đenove) u Italiji u XIII st. isplovili na prvo pomorsko trgovačko putovanje iz Sredozemnog mora u Atlantski ocean. Trgovali su duž obala Portugala, Španjolske i Maroka. Kasnije su Mlečani plovili trgovačkim galijama do obala Nizozemske i Belgije (flandrijske galije), u Crno more do Krima i Trapezunta (današnji Trabzon u Turskoj) te uz Dunav do velikih žitnih pristaništa na današnjoj sovjetskoj, bugarskoj i rumunjskoj obali.

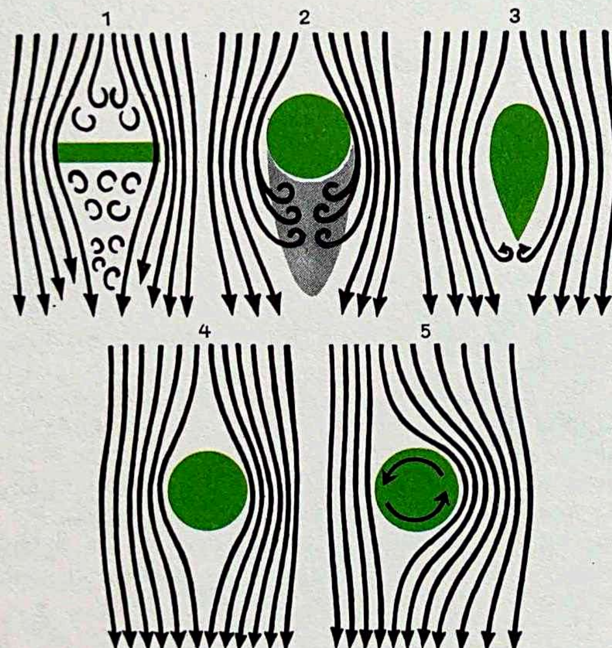


Trgovačka galija iz XIII stoljeća

JEDRENJE

Ako ravnu ploču izložimo okomito na smjer vjetra, osjetit ćemo tlak, koji je to veći što je ploča veća i vjetar jači. Veliku ploču nećemo moći ni držati u okomitu položaju pri jakom vjetru jer će nas ona potisnuti ili oboriti. Taj potisak nastaje od tlaka kojim vjetar potiskuje ploču i od praznine koja nastaje iza ploče i vuče je unatrag. Ako vjetar nosi gustu prašinu, zamijetit ćemo iza ploče jake vrtloge.

Izložimo li vjetru uspravni valjak (npr. brodski dimnjak), strujanje je dosta pravilno s jedne i s druge strane. Ako zbog lakšeg shvaćanja vjetar zamislimo kao strujanje zračnih čestica poređanih u niti, onda bi te niti obilazile valjak podjednako s obje strane, ali bi se iza valjka pojavljivali vrtlozi. Budući da oni poremećuju pravilno strujanje niti, povećava se i otpor. Stoga valjkasti dimnjak smanjuje brzinu parobroda kad plovi protiv vjetra jer ga zadržavaju vrtlozi.



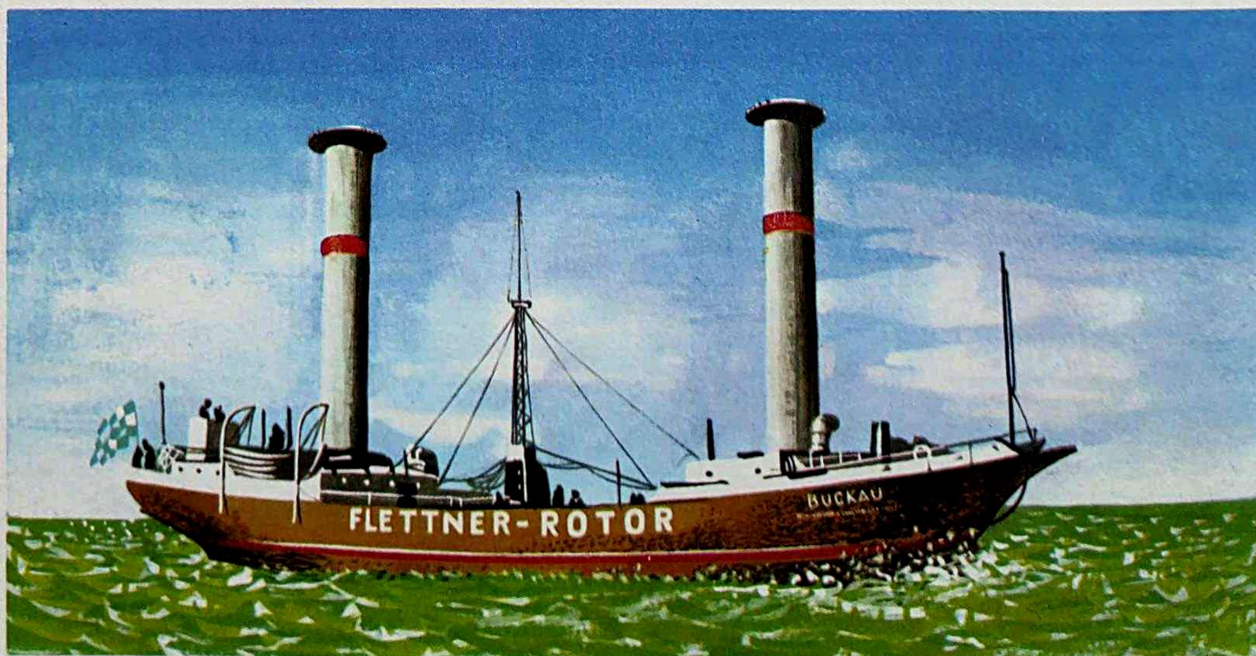
Gore: Strujanje zračnih čestica: 1. uz okomitu ploču; 2. uz valjak; 3. uz tijelo kojemu presjek ima oblik kaplje; 4. uz nepomičan valjak; 5. uz valjak koji se okreće oko svoje osi (Magnusov učinak). Dolje: Flettnerov rotorski brod Buckau

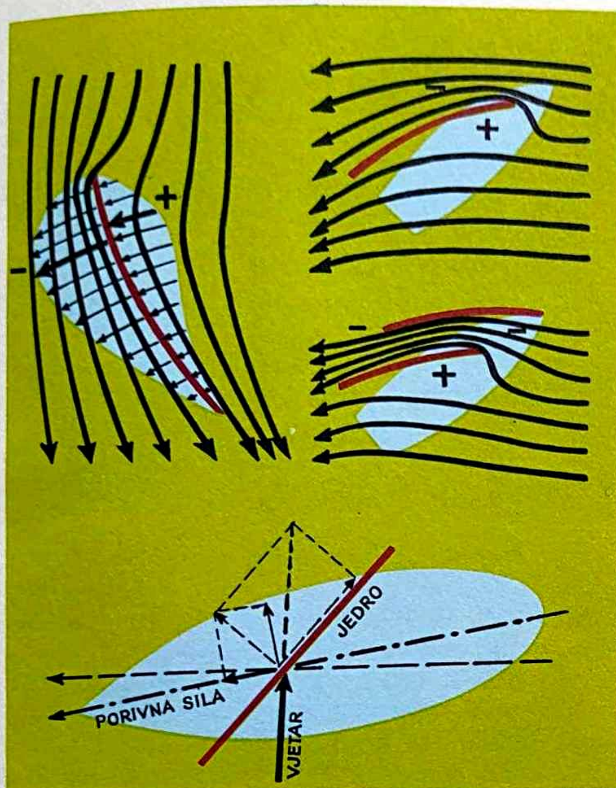
Vrtlozi se smiruju tek podalje iza valjka, a prostor vrtloženja ima u presjeku oblik kaplje. Stoga se na modernim brzim parobrodima grade takvi dimnjaci koji u presjeku imaju *oblik kaplje*, pa oni uz jednaku visinu s okruglim dimnjacima pružaju mnogo manji otpor.

Prema Bernoulliovu (Bernujiovu) zakonu iz fizike svaka zračna ili vodena masa u gibanju sadržava određenu količinu energije, i to statičnu kao pritisak (p) i dinamičnu kao brzinu (v), a zbroj $p^2 + v$ uvijek je stalan. Ako na nekom mjestu poraste pritisak, mora se smanjiti brzina, i obratno.

Magnusov učinak. Fizičar *Heinrich Magnus* (Hajnrih Magnus) istraživao je što se događa ako se valjak u vjetru okreće i ustanovio je da se zbog trenja na onoj strani gdje se valjak okreće protiv vjetra zadržava strujanje zračnih čestica, brzina im se smanjuje, pa stoga pritisak raste. Na suprotnoj strani brzina se zračnih čestica povećava, stoga je pritisak manji. Tako nastaje sila koja valjak pomiče od strane većeg prema strani manjeg tlaka.

Flettnerov rotor. Inženjer *Anton Flettner* iskoristio je 1924. tu pojavu za pogon broda. Sagradio je brod *Buckau* sa dva valjka (rotora) koji su se neprekidno okretali. Vjetrom ravno u krmu jedrio je sa zaustavljenim valjcima. Pri sjevernom vjetru uz okretanje rotora brod je jedrio prema istoku. Mogao je, dakle, jedriti u svim smjerovima, osim ravno protiv vjetra kao i





Strujanje zračnih čestica niz jedro: 1. na prednjoj strani jedra brzina se čestica smanjuje pa tlak raste (+), na stražnjoj strani jedra brzina se povećava pa tlak pada (—); 2. djelovanje prečke; 3. sila vjetra dijeli se na više komponenata, jedna tjera brod naprijed, druga potiskuje brod bočno i uzrokuje malo poprečno zanošenje. Dolje: jedrenje krmenim vjetrom, vjetrom u pola krme i bočnim vjetrom

ostali jedrenjaci. Pokusi su dobro uspjeli, ali pogon nije bio ekonomičan. Učinak je pri slabu vjetru bio neznatan, pa je ekonomičnije ako motor umjesto da okreće valjke tjera vijak. Osim toga, pri orkanskom vjetru valjci su opasni jer im se ne može smanjiti površina.

Jedro izloženo vjetru zaustavlja na prednjoj strani zračne čestice, smanjuje im brzinu; stoga se tlak povećava. Na stražnjoj strani jedra nastaje praznina, brzina zračnih čestica, koje prevaljuju duži put oko jedra, povećava se, a tlak pada. Povećan tlak na prednjoj strani potiskuje jedro, a smanjeni ga tlak na stražnjoj strani vuče. Tlak i vuča djeluju uvijek na istu stranu.

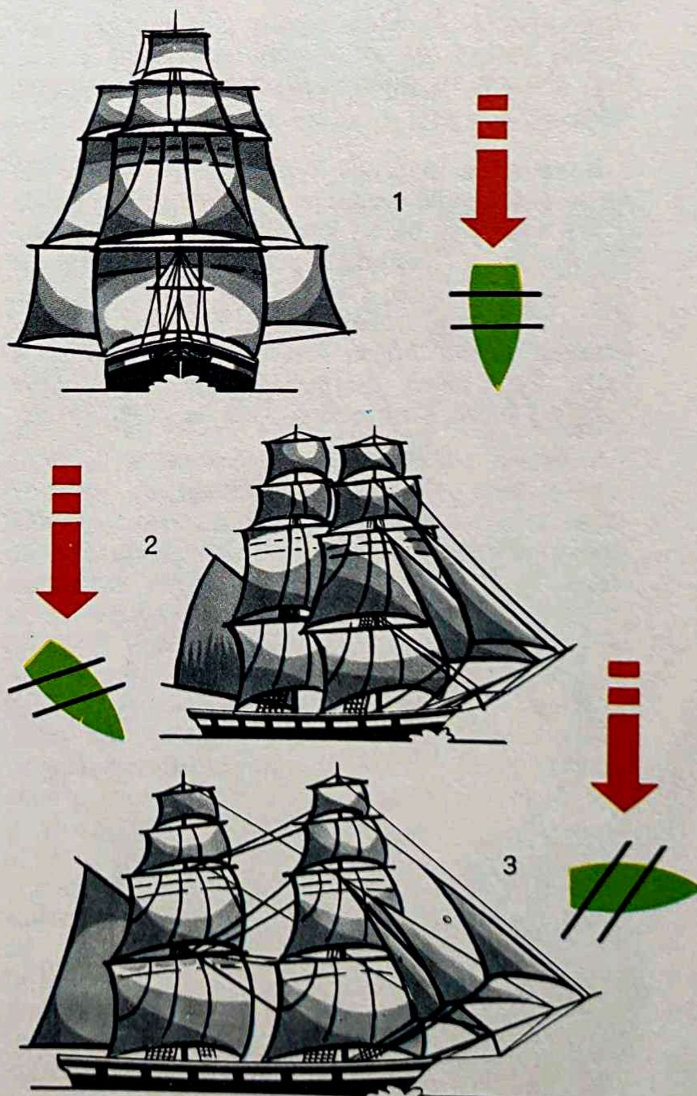
Pri jedrenju vjetrom u krmu treba jedro okrenuti poprijeko. Tada tlak i vuča tjeraju jedro, a s njim i brod, ravno naprijed. Jedro je usmjereno u sredinu između vjetra i brodskog kursa.

Pri jedrenju bočnim vjetrom treba opet jedro usmjeriti u sredinu između smjera vjetra i kursa, dakle ono se treba jače zategnuti prema krmi.

Oštro uz vjetar brod jedri sa posve zategnutim jedrom. Međutim, jedrenjak ne može jedriti posve protiv vjetra. U tom slučaju mora *kositi* desno-lijevo od smjera vjetra, ali pri tom u svakom *letu* (dijelu izlomljenog puta) mora premještati jedro na jednu pa na drugu stranu.

Uže kojim je donji prednji kraj jedra pritegnut prema pramcu, zove se *oglav*, a konop kojim se krmeni donji kraj jedra zateže prema krmi naziva se *zateg*. Pri košenju oglav je čas desno čas lijevo od zatega. Stoga kad vjetar puše s desne strane kaže se da brod jedri *desnim oglavima*, a kad vjetar puše slijeva, brod jedri *lijevim oglavima*. Kad pri jedrenju prelazi iz jednog leta u drugi, tj. kad mijenja oglav i prebacuje jedro s jedne strane na drugu, kaže se da brod vrši *prelet*.

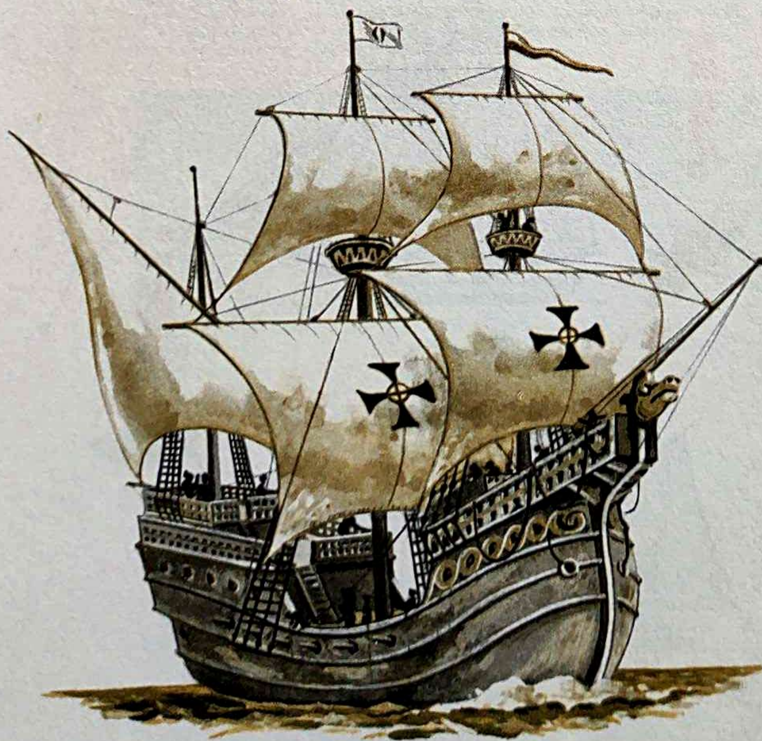
Prečka je malo trokutno jedro razapeto između *kosnika* (ili pramčane statve) i jarbola, koje potiskuje i vuče brod prema naprijed kao i glavno jedro, ali ono uz to poboljšava i djelovanje glavnog jedra jer usmjeruje i poput lijevka stiska zračne niti između sebe i glavnog jedra. Zračne čestice jure kroz to suženje znatno većom brzinom. Kako zbog veće brzine u suženju pada tlak, prečka iza glavnog jedra još više produbljuje prazninu i njegovu vuču.

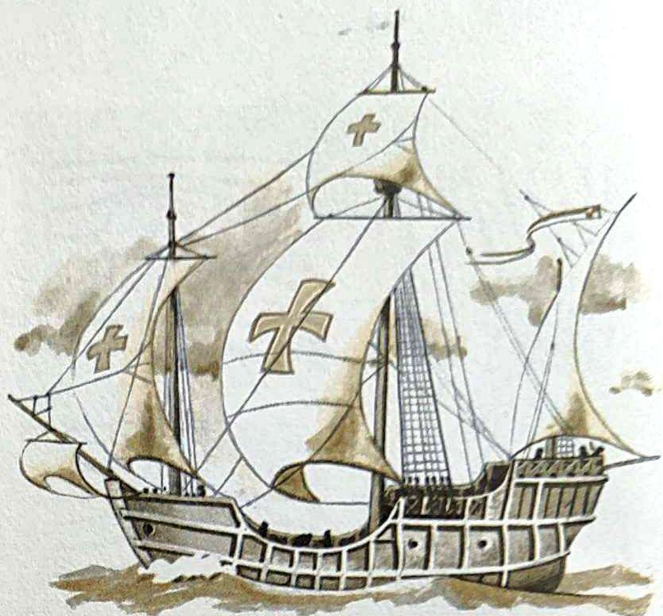


BRODOVI NA JEDRA

Karake su bile pravi trgovački brodovi. Počele su se graditi kad se razvila pomorska trgovina. One su imale više paluba: prva je bila pri dnu; druga je bila glavna paluba, treća se nalazila na *pramnici* i na *krmnici*, a četvrta na kraju krmnice iznad zapovjednikova stana. U XVI st. najveći trgovački brodovi na svijetu bile su dubrovačke karake sa tri jarbola. Plovile su i izvan Sredozemnog mora do Engleske. U Engleskoj se i danas velik trgovački brod naziva *argosy* (po Argosi, Ragusi, tj. Dubrovniku). Karake su bile široki brodovi visokih bokova, s dubokim i prostranim skladištima za robu. Glavno pogonsko sredstvo bila su jedra, pa je posada bila malena. Na glavnom jarbolu imale su dva križna jedra: donje *debleno* veće i gornje *košno* manje. Iako su karake bile trgovački brodovi, imale su 12 do 16 topova i dosta manjeg oružja za obranu od *pirata*, koji su u tjesnacima vrebali na brodove zbog pljačke. U Dubrovniku ima mnogo slika velikih karaka, pa im znamo tačno oblik i veličinu. Mogle su ponijeti 20 željezničkih vagona robe.

Karavele se nazivaju i *otkrivačkim brodovima* jer su one plovile oceanima u doba velikih otkrića u XV i XVI st. Sa tri karavele *Kolumbo* je 1492. otputovao iz Španjolske prema zapadu, preplovio Atlantski ocean i otkrio *novi svijet*, Ameriku. Za to putovanje trebalo mu je 70 dana. Njegova karavela *Santa Maria* imala je 3 jarbola sa 4 jedra. Peto jedro, *posrtnjača*, nalazilo se posve naprijed ispod kose oblice, koja se zvala *kosnik*.





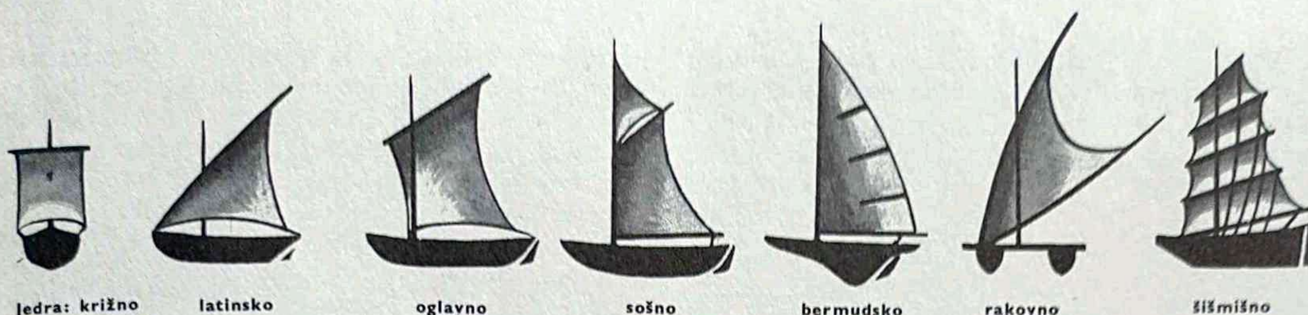
Kolumbova karavela »Santa Maria« iz 1492.

U posrtnjači su bile dvije rupe. Kad je karavela posrtala na valovima, posrtnjača bi zaronila u more i grabila vodu; kad bi se jedro diglo, rupe su ubrzavale istjecanje zahvaćene vode iz jedra. Santa Maria bila je duga 25,6 m, široka 7,5 m, duboka 3,3 m i naoružana s 4 veće *bombarde* i 4 manja topa. Mogla je ponijeti 120 t robe. Druge dvije karavele Kolumbove flote bile su mnogo manje. Pinta je imala 140 t, a Niña (Ninja) samo 100 t.

Veliki trgovački jedrenjaci. Kao što su se razvijali i usavršavali jedrenjaci, tako su se krojila i sve bolja jedra. Stari jedrenjaci imali su *križna* (četverokutna) i *latinska* (trokutna) jedra. Odviše dugo latinsko jedro nije bilo pogodno za velike brodove. Stoga su u XVII st. odrezali prednji dio jedra, pa je ispred jarbola ostao dio gole oblice (lantine), koja je bila pritegnuta oglavom prema palubi. Tek poslije tri stoljeća, tj. oko 1745, mornari su se dosjetili da odrežu goli dio lantine koji je ispred jarbola bio samo na smetnji. Tako je nastalo *oglavno jedro* (oglavljeno uz jarbol). Uskoro je lantina posve odbačena i zamijenjena još kraćim *sošnjakom*; tako je nastalo *sošno jedro*. U najnovije vrijeme, prije tridesetak godina, odbačen je i teški sošnjak i uvedeno je *krilno* (bermudsko) *jedro* koje sliči avionskom krilu. Otad su jarboli tanji i viši, a jedro mnogo prikladnije za dizanje i spuštanje uz jarbol.

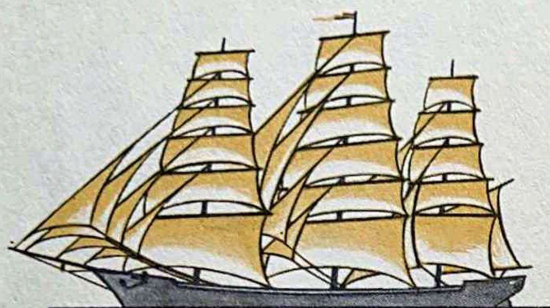
Veliki trgovački jedrenjaci potkraj XIX st. razapinjali su na jarbolima samo križna i sošna jedra, a prema broju jarbola i vrsti jedara dobivali su i posebne nazive. *Križnjak* (*nava*) je imao 3—5 jarbola i na njima križna jedra: *bark* sa 3—5 jarbola imao je križna jedra na svim jarbolima, osim na krmenom, gdje je bilo razapeto *sošno jedro* i povrh njega trokutna *vrška*. *Goleta*

Dubrovačke karake, najveći trgovački brodovi na svijetu XVI stoljeća, plovile su Sredozemnim morem i Atlantikom do Engleske

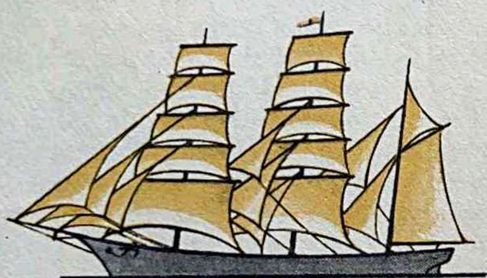


Jedra: križno latinsko oglavno sošno bermudsko rakovno šišmišno

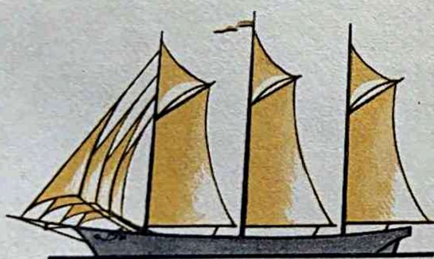
Križno jedro je najstarije. Trokutno jedro sa zapadnog Sredozemlja Arapi su nazvali latinskim jedrom. Turci su upotrebljavali oglavna jedra. Moderna su trokutna bermudska jedra. Polinezijci upotrebljavaju jedra u obliku rakove štipaljke, a Kinezi u obliku šišmišova krila



Nava (križnjak)



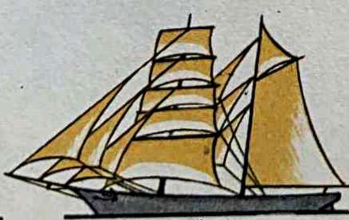
Bark



Goleta



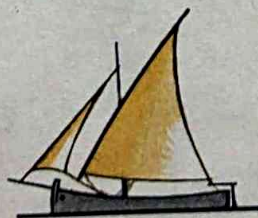
Brik



Škuna



Trabakul



Bracera

je imala 3—5 jarbola sa sošnim jedrima. Osim ove tri glavne vrsti bilo je i mnogo drugih manjih jedrenjaka s miješanim jedriljem.

U doba velikih jedrenjaka XIX st. pomorska plovidba na našoj obali razvila se do visokog stupnja. Dubrovnik, Kotor, Orebić sa susjednim mjestima, zatim Korčula, Bakar, Lošinj, Rijeka i drugi naši gradovi imali su izvrsnu flotu barkova, goleta, nava i drugih velikih jedrenjaka, koji su plovili svim vodama svijeta i pronosili glas o pouzdanosti naših brodova te hrabrosti i vještini mornara. Bilo je to doba kada su se veliki jedrenjaci s bijelim jedriljem spuštali niz pasatne vjetrove ili se borili protiv zloglasnih zapadnih vjetrova. Okruženi pjenom oni su se doimali kao da lete niz vjetar na oblačku blistava sjaja.

Kliperi. U doba kad su ti naši dobri i sigurni jedrenjaci osvojili sva mora, iznenada su se na oceanima pojavili novi vitki jedrenjaci visokih bokova, s veličanstvenim jedriljem, šiljasta rila, brzi kao strijela. Na njima se vijorila američka zastava.

Nizozemski brodovi već su stoljećima tromo ali sigurno plovili svim morima. Oni su malo gazili jer je nizozemska obala plitka. Široki su i trbušasti da bi mogli ponijeti što više tereta. Trbušast brod slabo siječe valove, jedri polagano, a zbog plitka *gaza* vjetar ga mnogo *zanosi* poprijeko. Naši i engleski brodograditelji držali su se starih tradicija i iskušanih pravila, pa su im brodovi bili uski i okomitih bokova. Uski su brodovi bili brzi, ali nisu mogli ponijeti mnogo jedrilja iako su ukrcavali mnogo *gruža* (balasta) da ih sila vjetra ne prevrne. *Nagružen brod* nije mogao ponijeti ni mnogo tereta. Stoga su naši stari pomorci u prazan brod ukrcali gruž, a kad bi pristupili ukrcavanju tereta, gruž bi pobacali u more.

Amerikanci, bez starih tradicija, sagradili su po novim izvrsnim nacrtima posve drugačiji, savršen, a ipak jeftin brod, dovoljno širokih kosih bokova da se na njemu mogu podići tri visoka jarbola s jedriljem goleme površine. Takav savršeni jedrenjak nazvali su *kliper* (engl. clipper = trkaći konj).

Klipere su Amerikanci gradili za promet između New Yorka na Atlantskom oceanu i San Franciska na Tihom oceanu. Na tom putu kliperi su morali prolaziti oko rta Horn, tj. oko čitave Južne Amerike, jer u to doba još nije bilo željeznice između američkog Istoka i Zapada, a nije bilo ni Panamskog kanala. Uskoro su kliperi zajedrili svim svjetskim morima. Kad su 1850. Britanci dopustili da u njihove luke mogu dovoziti robu i tuđi brodovi, američki kliperi prvi su dovezli čaj nove žetve u londonsku luku. U gradu je to odjeknulo kao grom iz vedra neba, a u parlamentu je izazvalo kritiku što su Britanci dopustili da Amerikanci time postanu gospodari oceanskih pučina. Admiralitet je odmah iskoristio povoljan trenutak. U suhom doku nalazila su se na čišćenju dva američka klipera. Pod izlikom da se uzimaju mjere zbog čišćenja, izmjerene su na kliperima *ribine* (podvodni dio trupa) i izrađeni nacrti. Američke novajlije nisu smjeli dugo ostati gospodari oceanskih pučina. Prvi britanski kliper Stornaway (Stornevej) od 500 t sagrađen je već potkraj iste godine.

Čim su zaplovili britanski kliperi, došlo je između njih do oštrog takmičenja. Treba spomenuti da je u to doba Britance zahvatila moda da piju čaj. U svakom domu morao se čaj piti predvečer a i u drugo doba dana. Kako ta biljka ne uspijeva u Engleskoj, morala se uvoziti iz Kine. Zahtijevale su se najbolje i najsvježije vrsti. Stoga se u trgovini nestrpljivo očekivao prvi čaj nove žetve. Prvi brod koji bi dovezao u Englesku novi čaj, dobivao je nagradu čak i do jedne funte sterlinga po toni. Naravno da je nagrada izazvala oštra takmičenja i borbe u brzini ukrcavanja i jedrenja. Čaj se ukrcavao u Shanghaju (Šangaju) najvećom brzinom izravno iz *sampana* (drvenih brodića) u brodska skladišta. Da bi se ukrcalo što više čaja, slagao se u kabine, u blagovaonicu i spremišta za opremu. Takmičenje je počinjalo već za slaganja u košare, ukrcavanja u sampane i tegljenja sampana po kanalima. Čitave su obitelji, upregnute za dugi tegalj, vukle po *kopitnici* (staza po nasipu uz rijeku ili kanal) nakrcane brodice kanalima i spuštale se sampanima niz rijeku do Shanghaja. Radnici su neumorno podizali košare iz sampana na palubu, a slagači su ih slagali u brodska spremišta. I bijedni kineski radnici nadali su se barem djeliću velike nagrade. Radnici su bacali još posljednje košare na palubu, kada je kliper već dizao sidra i zaplovio niz Jangtse. Razapinjala su se jedra i slagao čaj. Mornari su kliper već pri dolasku u luku pripremali za što skoriji odlazak. Birala su se najbolja jedra. Svaki komadić platna i konopa ispitivao se, po potrebi i mijenjao. Dijelovi, koji su pri nagibanju klipera uranjali u more, lanci i *stezaljke*, oblagali su se platnom i premazivali lojem da stvaraju što manji otpor u vodi. Razapinjalo se više jedrilja nego što je jarbolje moglo podnijeti. Kako je vjetar jačao, jedra su se morala *kratiti* podvezivanjem pa i *ubirati* da se opet odrešuju čim vjetar i malo popusti. Mornari su bili više na jarbolima i na križevima nego na palubi. Kapetani su izvrsno poznavali morske putove i vjetrove na njima. Niz sjeveroistočni monsun preletjeli bi Južnokinesko more, niz pasate Indijski i južni Atlantski ocean. Presjekli bi ekvatorske tišine na najužem mjestu, a oštro uz sjeveroistočni pasat obišli bi u širokom luku Azore i sa zapadnim vjetrom uletjeli u Engleski kanal i u engleske luke.

U svibnju 1866. ukrcavalo je čaj u Shanghaju deset klipera. Svi su isplovili u manjim vremenskim razmacima. Taeping i Ariel držali su se na putovanju gotovo zajedno punih deset dana. U Indijskom oceanu pucali su im križevi i nastavci jarbola od žestoka vjetra, ali mornari su bez zaustavljanja namještali nove oblice. Ekvator su prošli Taeping, Ariel i još jedan kliper gotovo istodobno. Kapverdske otoke prošli su poslije 91 dan jedrenja. U Engleski kanal ulaze brzinom od 14 *čvorova* (1 čvor = 1852 m na sat), ali u noći je Taeping morao ubrati gornja jedra zbog žestokih mahova vjetra. Ariel je odmakao daleko ispred njega. Na oba broda posade već luduju od uzrujanosti, ali ni na obali nije bolje. Za nekoliko sati raširila se Engleskom vijest da se u Kanalu takmiče Ariel i Taeping. Sa svakog svjetionika i rta šalju se novinskim uredništvima vijesti. Izvikuju se nova izdanja novina u svim velikim gradovima i sklapaju oklade. Taeping popravlja položaj. Pred rtom Dungeness posve su blizu jedan kliper iza drugoga. Dolaze im u susret dva *peljarska* (*pilotska*) *brodića*. Ariel uzima prvi peljarski brodić i prvi ulazi u zaljev,



Kliperi su sredinom XIX st. bili najbrži brodovi na svijetu. Pri takmičenju na oceanima dostizavali su brzinu i do 18,5 čvorova



Malo je mornara koji se danas još sjećaju šuma jarbola i križeva u velikim lukama

gdje je odmakao čitavu milju naprijed. Dolaze im u susret dva parobroda tegljača. Ariel opet uzima prvi tegljač. Domala i Taeping ubire jedro i uzima drugi tegljač, koji je jači i brži. Taeping uskoro prestizava svog suparnika. Na Arielu posada mahnita od bijesa.

Ni brodovlasnici na kopnu ne mogu izdržati napetost. Odjurili su na telegrafsku postaju. Oba su broda jedan uz drugi pred zatvorenom ustavom. Niska je voda, pa ne mogu ući u luku. Tegljači su sa rilima pred vratima. To se više ne da podnijeti. Brodovlasnici se grle! Ne zna se da li od srdžbe ili od radosti: sporazumjeli su se da će nagradu dijeliti na pola bez obzira koji brod stigne prvi do pristana.

Mornari na brodovima ne znaju za taj sporazum. Vrata se otvaraju. Taeping koji je prvi stigao do ustave bio je u povoljnijem položaju te se prvi uvukao u luku.

Vrhunac uspjeha kliperi su dostigli između 1836. i 1868. Tada su im kosturi bili od željeza, a oplata od najfinijeg drveta. Britanski su kliperi bili manji, od 700 do 900 t, a američki veći, do oko 1400 t. Ponosno su jedrili svim oceanima, a njihova su putovanja pratile sve novine svijeta. Čuvene kapetane poznavala su po imenu i nejaka djeca. Ali ni kapetanima ni njihovim kliperima nije dugo potrajala slava.

Godine 1868. pojavili su se na utakmici prvi parobrodi, ali kliperi su ih na putu od Kine do Engleske ostavljali 10 do 15 dana iza sebe.

God. 1869. otvorio se Sueski kanal, i parobrodi su dovezli čaj nove žetve čitav mjesec dana prije klipera. Mnogi će možda pitati zašto i kliperi nisu pošli novim putem kroz kanal. Crveno i Sredozemno more nema stalnih pasatnih vjetrova, a Crveno more je za jedrenjake prava klopka. Vjetrovi s oba kraja pušu prema sredini. Lako je dojedriti do sredine mora, ali je odatle teško izići. Kroz kanal bi ih morali tegliti parobrodi.

Od tada su brzo nestajala bijela jedra sa svih mora. Napokon su ih uništila oba svjetska rata. Malo je mornara koji se još danas sjećaju šuma jarbola i križeva u velikim lukama. Parobrodi su preoteli pomorske putove na svim svjetskim morima.

PAROBRODI

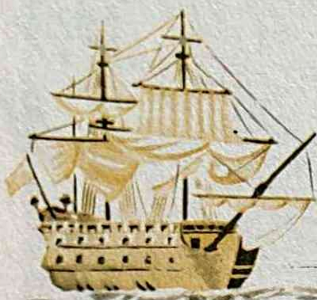
Prvi počeci. U njemačkom gradu Kasselu nalazi se jedna česma i na njoj lik čovjeka koji u ruci drži parobrod. To je spomenik *Denisu Papinu* (Papenu). O njemu se priča da je u Kasselu sagradio prvi parobrod. Međutim, on je 1707. sagradio brodić sa dva bočna kotača, ali su osovinu okretala rukama dva mornara. Otplovio je niz rijeku Fuldu i stigao u Münden (Minden), mjesto gdje se Fulda i Werra sastaju i tvore rijeku Weser. Tu su ga zaustavili stražari jer u Weser nije mogao doploviti nijedan brod koji nije pripadao bratovštini vezerskih brodara. Uzalud je Papin molio neka ga puste samo da prođe do mora i doplovi u Englesku, gdje će u brodić ugraditi parostroj. U prepirci se okupilo mnogo brodara koji su ljubomorno pazili da nitko ne pogazi njihova prava. Razjareni Papin odriješio je konope, ali brodari zagaze u vodu, dohvate

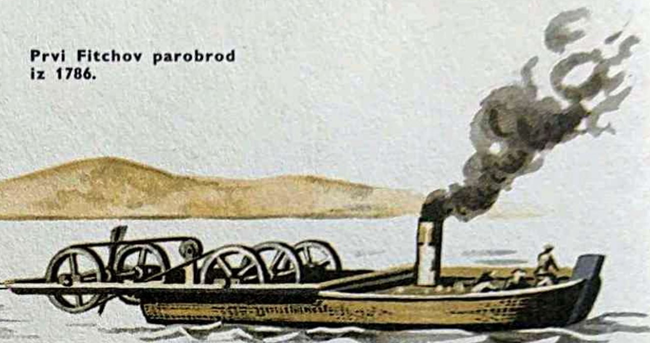
brodić, izvuku ga na obalu te sjekirom rasijeku na komade.

Parni strojevi već su duže vremena radili na kopnu za pogon sisaljki, pa se pomišljalo da se upotrijebe na brodovima i drugim vozilima. Kako su prvi strojevi s kotlom bili teški i zauzimali mnogo prostora, lakše su se mogli smjestiti na brodovima, nego na kopnenim vozilima. Stoga su se prvi parobrodi i pojavili dva desetljeća prije parnih kopnenih vozila.

1755. konstrukcijom parobroda koji bi imao veliku prednost što bi se za stajanja u luci mogao na kotlu skuhati objed. Ni parobrod francuskog artiljerijskog oficira *Auxirona* (Oksirona) nije uspio; potonuo je za pokusne vožnje na Seini usred Pariza.

Prvi uspjeli parobrod sagradio je Amerićanin *John Fitch* (Džon Fič) 1786. U Warminsteru (Vorminstru) u Americi Fitchu je podignut i spome-

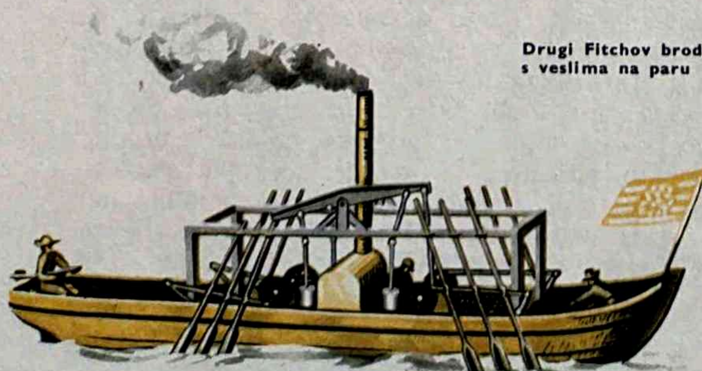




Prvi Fitchov parobrod iz 1786.

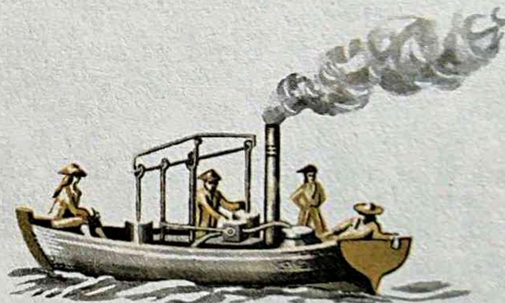
O prvom parobrodu održala se do danas neobična legenda. U Španjolskoj u arhivu grada Simanca (Simanka) pronađen je prije pedeset godina stari rukopis koji opisuje kako je *Blasco de Garay* (Blasko de Garaj), koji je za mlađih dana putovao s Kristofom Kolumbom na otkrivačkim putovanjima, ugradio 1543. u jedan jedrenjak stroj s bočnim kotačima. Brod je pred carem Karlom V zaplovio i prevalio 8 nm za 2 sata. Car je odlikovao i nagradio Garaya, koji se kasnije morao opravdavati i zaklinjati da nije imao posla s đavlom; umro je kao pokajnik u jednom samostanu. Kad su stručnjaci tačnije proučili taj rukopis, ustanovili su da je Garay u brod ugradio samo bočne kotače koji su bili spojeni velikom radnom osovinom, a nju je okretalo deset mornara. Dakle, ni ta legenda ne odgovara istini. Garay se danas smatra samo čovjekom koji je prvi upotrijebio bočne kotače, ali možda ni ta slava ne pripada njemu, kad se pomisli na liburne rotate, ako i one nisu izmišljotina kasnijih vremena.

Prvo patentno pismo za ugradnju parostroja u brod dobio je 1736. Englez *Jonathan Hull* (Hal). Njegov parobrodić s lopatama na kotaču iza krme zadao mu je samo brige jer su mu drugi izumitelji stvarali neprilike, pa je pokuse morao napustiti. Francuz *Gauthier* (Gotje) bavio se



Drugi Fitchov brod s veslima na paru

nik. Prvi je njegov parobrod imao, kao i Hullov, kotač iza krme. Drugi je bio lošiji jer je imao sa svake strane šest vesala koja su bila pričvršćena o motke što ih je pomicao naprijed-natrag parni stroj. Treći je parobrod *Perseverance* (Persiverens) bio najbolji; imao je u vodi iza krme vijak. Na prvoj plovidbi prevezao je 30 putnika iz Philadelphie (Filadelfije) u Burlington (Barlinten).



Fitchov parobrod »Perseverance«

Prije nego što je napustio pokuse, parobrodić Perseverance preplovio je ukupno 1000 km. Najviše je Fitchu smetao u radu *James Rumsey* (Džems Ramsej), s kojim se neprekidno prepirao zbog prvenstva patenta. Rumsey je u to doba patentirao parobrod koji bi se nazubljenim motkama otiskivao od riječnog dna.

Ogorčen zlobom, Fitch je otputovao u Francusku i Englesku, ali ni tu nije našao razumijevanja. U jednoj bilježnici nađena je njegova bilješka: »Doći će dan kada će nekome moćnijem od mene moj izum donijeti slavu i bogatstvo.« Njegove su se riječi uskoro ispunile.

Ni evropski izumitelj *William Symington* (Sajminten) nije imao više sreće. On je 1788. ugradio parostroj u jahtu bogatoga bankara Millera na

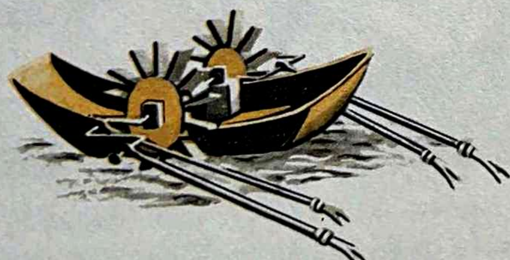
jezercu Ladswinton (Ledsvinten) u Škotskoj. Jahta se sastojala od dva brodića usporedno spojena zajedničkom palubom. Između dva trupa bio je pogonski kotač s lopaticama, koji su okretala dva čovjeka. Symington je u jahtu ugradio parostroj, koji je okretao dva uska kotača, od kojih je jedan bio ispred a drugi iza parostroja. Jahta je vozila jezerom na zadovoljstvo vlasnika i njegovih prijatelja. Na jednoj takvoj vožnji *lord Dundas* (Dandes), direktor društva Clyde Canal (Klajd kenel), bio je tako oduševljen da je odmah naručio sličan parobrodić koji bi teglio drvene teglenice nakrcane ugljenom i zamijenio konje koji su dotad vukli teglenice s *kopitnice*. Symington je dovršio parobrod 1802. i nazvao ga *Charlotte Dundas* (Šarlot Dandes) po imenu lordove kćerke. I taj je parobrodić imao dva usporedna trupa, pokrivena zajedničkom palubom. Na stražnjem kraju, između dvije krme, nalazio se željezni bubanj i u njemu širok pogonski kotač s lopaticama. Danas se Charlotte Dundas smatra prvim uspjelim parobrodom, a Symington izumiteljem parobroda. Charlotte Dundas redovito je teglila dvije teglenice od 70 tona istisnine brzinom od 5 km na sat. Kanal dug 30 km prelazila je za 6 sati.

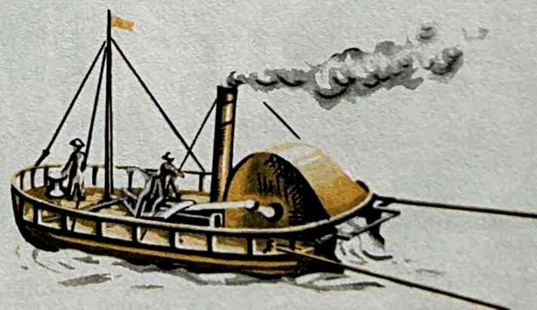
Vojvoda od Bridgewatera (Bridžvotera) vidjevši lijep uspjeh parobrodića, odmah je odlučio da i na svom kanalu uvede parne tegljače umjesto konja i naručio je osam takvih parobroda. Symington je radosno počeo graditi osam tegljača, ali nekoliko nedjelja poslije početka gradnje vojvoda je iznenada umro. Odmah poslije vojvodine smrti izbili su zloba i smutnje, te je na poticaj bratovštine konjušara koji su se bavili kopitarenjem kanalskih brodova, zabranjena parobrodima plovidba po kanalima jer da valovi što ih oni podižu oštećuju obale i nasipe. Tako je Velika Britanija zbog nerazumna zakona izgubila prvenstvo u gradnji parobroda, a parobrodarstvo se razvilo na drugom kraju svijeta, u Americi. Umjesto Symingtona ocem parobrodarstva smatra se obično *Robert Fulton* (Fultan). On je u povijesti parobroda zauzeo ono mjesto koje u razvoju lokomotiva pripada Stephensonu (Stivnsonu).


Robert Fulton prvi je na svijetu 1807. uspostavio redovit parobrodarski promet

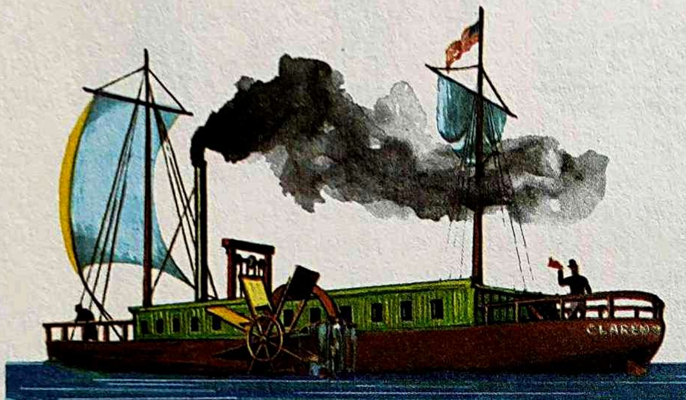
Robert Fulton rodio se 1765. u mjestu Little Britain (Litl Britejn = Mala Britanija) u Americi, koje se po njemu sada zove Fulton. Bio je nadaren izumitelj i slikar. Kad je otputovao k nekim slikarima u Pariz, oduševio se za gradnju podmornice. Svoj izum ponudio je Napoleonovoj mornarici za borbu protiv britanske flote, ali Admiralitet nije prihvatio ponudu. Fulton je, međutim, upoznao američkog poslanika *Livingstona* (Livinstena), koji mu je novcem pomogao da sagradi parobrod. Dovršio ga je 1803. i njime nekoliko sati plovio po Seini na golemo čuđenje Parižana, koji nisu mogli povjerovati da se »vrućom vodom« može tjerati brod. Na žalost, stroj je bio slab, pa je brodić plovio sporije od jedrilica, kotao i parostroj bili su odviše teški, te se trup prelomio i potonuo. Napoleon je vidio prvi parobrod tek na Svetoj Heleni. Ugledavši ga, uzviknuo je: »Da sam to imao, danas više ne bi bilo Engleske.« Svakako je pretjerao jer su prvi parobrodi bili još bezazlene sprave.

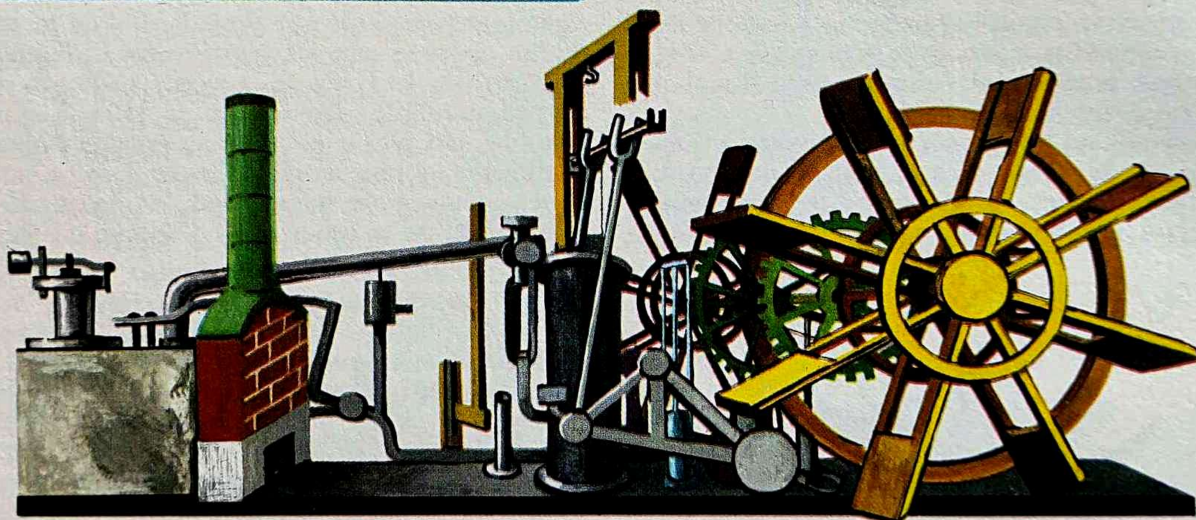
Razočaran u Francuskoj, Fulton je otputovao u Englesku, gdje je britanskom Admiralitetu ponudio planove podmornice. Pošto su ga i Britanci odbili, kupio je najjači parni stroj u najboljoj tvornici Boulton and Watt (Boulten end Vot) u Sohou (Sehou), ukrcao ga na brod i prevezao u New York. Tako je jedrenjak prevozio preko Atlantskog oceana stroj koji će za nekoliko desetljeća otjerati sve ponosne jedrenjake s morske pučine.


Model Rumseyeva parobroda


Prvi uspjeli parobrod »Charlotte Dundas«

Parobrodi s bočnim kotačima. Fulton je, opet s Livingstonovim novcem, u New Yorku sagradio brod u koji je ugradio engleski parostroj. Brodu je dao ime *Claremont* (Klermont, francuski *Clermont*, č. Klermon) po Livingstonovu rodnom mjestu. Claremont je bio dug 40,5 m, širok 5,5 m. Istisnina mu je iznosila oko 180 tona, a stroj od 20 KS okretao je dva bočna kotača.





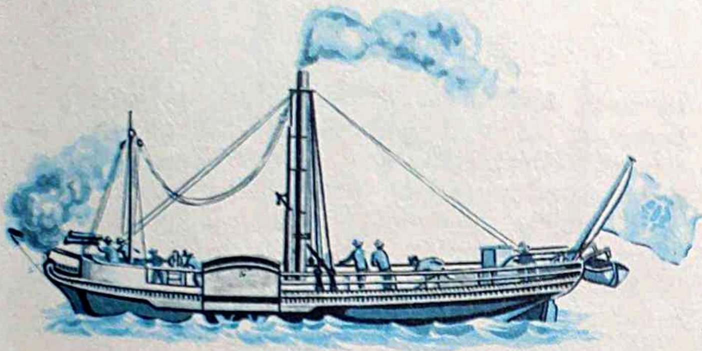
Gore: Fultonov parobrod »Claremont« iz 1807. na redovitoj pruzi. Dolje: Parostroj s uspravnim cilindrom od 20 KS broda »Claremont«, sagrađen u britanskoj tvornici strojeva Boulton and Watt

Dana 17. VIII 1807. po luci se pročulo da će »Fultonova ludorija« pokušati da isplovi uz rijeku Hudson (Hadson). Već rano ujutro svjetina se počela skupljati na obali. Kad je iz visokog dimnjaka suknuo dim, čuli su se uzvici: »Neka ti Bog pomogne, Boby; laka ti zemljica; donesi komadić Sjevernog pola...« Uskoro se začulo šištanje pare, i kotači su se okrenuli. Fulton je dohvatio kolo krmila, zapovjedio je da se odriješe konopi i zakrenuo pramac k matici. Blijed ali miran izravnao je brod uz vodu i zapovjedio da se stroj uputi svom snagom. Parostroj je teško zastenjao, kotači su se okretali sve brže, a lopate su bacale pjenu na gornju palubu. Claremont je zasjekao valove i zaplovio uz rijeku. Mornari bace kape uvis uz poklike: »Hura!« Za tren oka polete u zrak i šeširi na obali, a »hura« se širilo od usta do usta duž čitava puta duga 240 km, što ga je Claremont prevalio za 32 sata. Prestizao je sve jedrenjake koji su jedrili u istom smjeru. Među brodarima širio se strah zbog dima i iskara koje su vrcale iz dimnjaka.

Parobrodom Claremont uspostavljen je potkraj 1807. redovit promet između New Yorka i Albanyja (Olbenija). Stephensonova lokomotiva *Locomotion* (Lokomoušn) uspostavila je redovitu prugu između Stocktona (Stoktena) i Darlingtona (Darlintena) tek 1825. Ali dok je otac željeznice, Stephenson, zaslužan za razvoj lokomotiva, Fulton za sam razvoj parobroda nije mnogo učinio. Imao je sreću da je kupio najbolji i najjači stroj i da ga je ugradio u dobar brod.

Claremont je plovio na svojoj pruzi tačnošću kronometra. Zbog toga su svi putnici htjeli samo njime putovati. I trgovci su napustili jedrenjake jer su s Claremontom znali kada će otploviti i kada će doploviti s robom. Navala je doskora bila tolika da je Fulton dao Claremontov trup produžiti za 6 metara. Fulton je prije smrti sagradio i prvi ratni parobrod. Umro je 1815.

Fulton je htio i na Dunavu uvesti parobrodarski promet, pa je 1812. predložio da se uspostavi redovita pruga između Ulma i Beča. Međutim, akademik *Josef Baader* izračunao je na zahtjev bavarskog ministarstva da bi najjači parostroj na svijetu od 145 KS tjerao brod brzinom od 1,3 km na sat, pa bi parobrod od Beča do Ulma putovao 40 dana, a troškovi bi se kretali oko 20 guldena po kvintalu robe, dok se konjima mogu kopitariti brodovi uz vodu znatno brže uz cijenu od 5 guldena po kvintalu. Stoga je akademik Baader predložio da se Fultonov prijedlog odbije i da se zadrži konjsko kopitarenje.



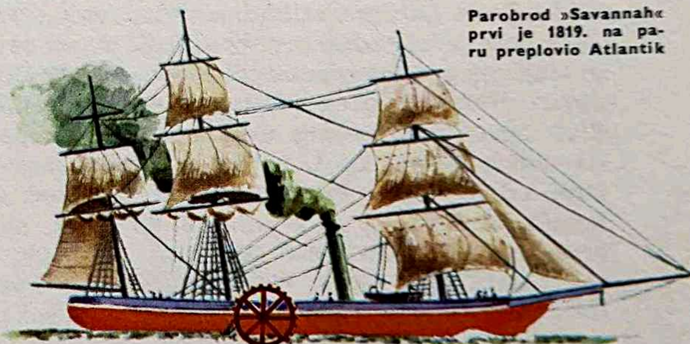
Parobrod »Elise« prvi je 1816. preplovio kanal La Manche

Prvu parobrodarsku prugu u Evropi uveo je *Henry Bell*, krčmar, kasnije zidar, stolar, graditelj vodenica i napokon vlasnik kupališta na ušću rijeke Clyde (Klajd) kraj Glasgowa. Između kupališta i Glasgowa kupače je prevozio veliki kuter na jedra i vesla. Prijevoz je trajao 5 sati, pa je malo kupača onamo dolazilo, zbog udaljenosti od grada. Kad je kod Bella boravio na godišnjem odmoru *John Robertson* (Džon Robertsn), strojar iz Glasgowa, mnogo su raspravljali o Fultonovu uspjehu, a iz tih razgovora rodila se odluka da i oni uvedu parobrodski promet kako bi se povećao broj kupača i izletnika. Već u srpnju 1812. prevozio je parobrod *Comet* izletnike i kupače u Greenock (Grinok, mjesto na ušću Clyde blizu kupališta).

Comet je plovio do 1828. i svojim uspjehom ubrzao uspostavljanje parobrodarskog prometa na drugim vodama u Velikoj Britaniji i u ostalim državama Evrope. God. 1828. za iznenadne oluje prevrnuo se i potonuo. Bio je to prvi brodolom parobroda.

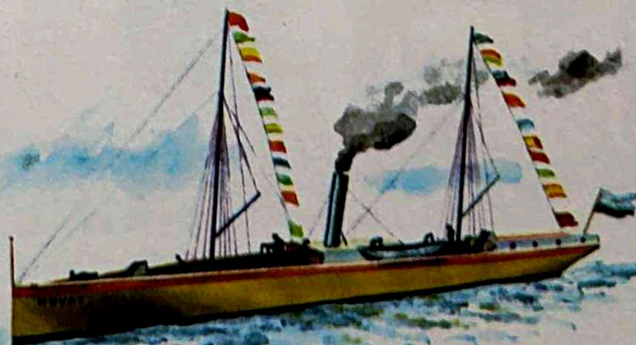
Od 1814. plovio je po Temzi parobrod *Margery* (Mardžeri). Taj je parobrod kupilo jedno francusko društvo i povjerilo jedrenjačkom kapetanu *Andrielu* da ga dovede u Pariz. Pod imenom *Elise* (Eliz) otplovio je parobrod 9. III 1816, ali se zbog oluje morao zakloniti u Dungeness (Danđenes). Za nekoliko dana ponovno je otplovio, ali je udarila još žešća oluja i valovi su mu razbili 4 lopate. Andriel se sklonio u Newhaven (Njuhevn), gdje je popravio štete. Odanle je isplovio 17. III i plovio prilično uzburkanim morem. U pola noći udari zapadni vihor i uzvitla visoke valove, koji su se prelijevali preko krme brodića. Mornari se pobune, ali ih Andriel umiri obilatim obrokom ruma. Vjetar je sve jače bjesnio, i brodić se ljuljao s boka na bok. Dok je Andriel samo za časak sišao u kabinu da pogleda pomorsku kartu, golem val je zakrenuo krmu, brodić se iskrenuo na bok, otvorilo se ložište, rasula se žerava, i požar je zahvatio podnice. Andriel velikom prisutnošću duha pogasi požar. Mornari su tada navaljivali da se Elise vrati u Englesku. Andriel ih umiri obećavši 3 boce ruma onome tko prvi ugleda francusko kopno koje ne može više biti daleko... Stigao je u Le Havre (Le Avr) 18. III u 6 sati ujutro na golemo čudo svih stanovnika koji nisu mogli vjerovati da je parobrodić prebrodio tako olujno more. Elise je otplovila iz Le Havrea uz Seinu i sretno stigla u Pariz, gdje je dočekana topovskom pozdravnom paljbom; ona je prva preplovila kanal La Manche.

Godina 1862. važna je u povijesti naše paroplovidbe. Dunavom je zaplovio prvi naš parobrod *Deligrad*. Otad je taj riječni parobrod na kotače prevozio putnike i robu po Dunavu i Savi, a ušao je u povijest i poeziju srpskog naroda jer je odvezao iz Beograda posljednju tursku posadu.



Parobrod »Savannah« prvi je 1819. na paru preplovio Atlantik

Prvi parobrod, koji je preplovio ocean, sagradili su Amerićani. Sagrađen je u luci Savannah (Sevene) kao jedrenjak, a tek kasnije ugrađen je u nj parostroj. Iz luke je otplovio pod imenom *Savannah* 26. V 1819. Nedaleko od istočne američke obale zajedrio je za njim punim jedrima carinski kuter jer je kapetan mislio da je na brodu izbio





Gore: prvi hrvatski pomorski parobrod »Hrvat« iz 1879.

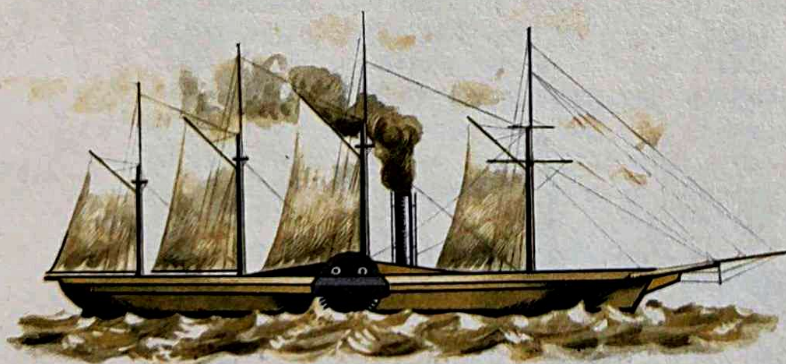
Lijevo: prvi srpski riječni parobrod »Deligrad« iz 1862.

požar. Savannah mu se brzo izgubio iz vidokruga. Osamnaestog dana plovidbe parobrod je ostao bez gorivog drva, pa je posljednjih 8 dana jedrio. Ipak je preplovio Atlantski ocean za 25 dana, dok su jedrenjaci jedrili 32—40 dana. U Liverpoolu (Liverpulu) bio je dočekan velikim slavljem. Iz Engleske je otplovio na paru u København (Kjebnhavn), Stockholm, Petrograd (Lenjingrad) i Kristianiju (Oslo), i svagdje je dočekan s nevjericom, divljenjem i slavljem. Iz Arendala u Norveškoj krenuo je natrag i ponovno preplovio ocean za 25 dana.

Oceanska paroplovidba morala je svladati još mnogo teškoća. Za duža plovljenja trebalo je riješiti pitanje goriva. Jedrenjaci malog trupa s ugrađenim parostrojem morali su na polasku napuniti sva skladišta drvetom ili ugljenom da bi mogli preploviti ocean, pa za robu i putnike nije ostajalo mnogo mjesta. Još 1836. piše engleski profesor *Lardner* (Ladner) da je oceanska parna plovidba prava ludost jer se parobrodi ne mogu slati preko oceana samo zato da prevoze svoje gorivo. Pa ipak je sazrelo vrijeme i za oceansku paroplovidbu.

Netačnost Lardnerove tvrdnje dokazana je već 1838. kad je sagrađen prvi brod koji je već pri gradnji namijenjen parnoj plovidbi. Bio je to *Great Western* (Grejt Vestern), parobrod od 2300 tona, dakle gotovo dva puta većeg trupa od velikih jedrenjaka. U nj je bio ugrađen parostroj od 460 KS. Brod su tjerala dva bočna kotača. Otplovio je iz Bristola 8. IV 1838, ali pretekao ga je posve mali brodić.

Tri dana prije Great Westerna otplovio je iz luke Cork (Kork) u Irskoj, a to je najbliža luka Americi, parobrodić *Sirius* (Siries) od 700 tona, sa strojem od 320 KS. Ukrcao je 453 tone ugljena i 53 bačve smole. Osim toga, na njemu je bilo i 100 putnika. U početku je brod bio odviše

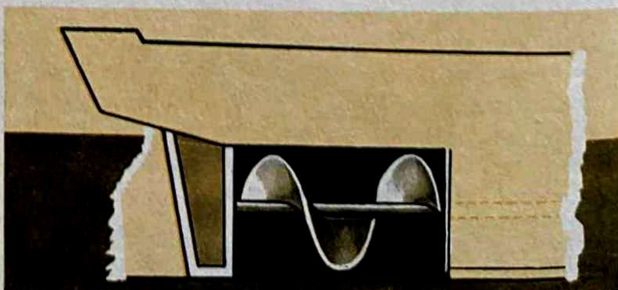


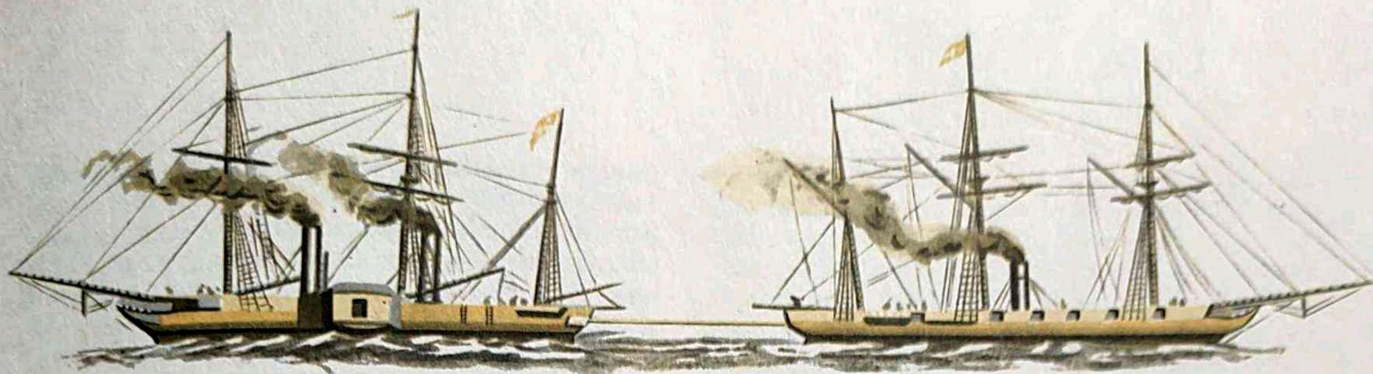
nakrcan, ali kasnije je plovio brže, kako je trošio ugljen. Prebrzo ga je i potrošio. Posljednje milje prevalio je ložeći oblice, križeve, klupe, stolove i podnice. Uopće čitavo njegovo putovanje bilo je uzbudljivo. Počelo je pobunom mornara, koji su se preplašili kad se izgubilo kopno iz vidika. Ploviti na oceansku pučinu s vrućom vodom činilo im se odviše opasno. Poručnik ratne mornarice *Roberts*, zapovjednik Siriusa, umirio ih je nagovaranjem u prisustvu naoružanih stražara. Putovanje je svršilo poslije 18 dana pravim amerikanskim slavljem: Roberts je dobio poziv na 1877 banketa. Ali tek što se Sirius usidrio, ušao je u luku Great Western, pozdravljen još bučnije. Taj je brod preplovio ocean iz Bristola za 15½ dana, a u ugljenarnicama mu je ostalo još 150 tona ugljena od ukupnih 800 tona, koliko je bio ukrcao na polasku. Slavlju nije bilo kraja. Doista je i zavrijedilo da se proslavi taj događaj jer je put iz Amerike u Evropu vremenski skraćen gotovo na polovicu.

Parobrodi s vijkom. Bočni pogonski kotači na parobrodima imali su dosta nedostataka: valovi su ih razbijali, a kako se brod ljuljao, jedan bi kotač uranjao i jače potiskivao, a drugi bi izranjao i okretao se u prazno. Brod je nemirno plovio, a na grebenu vala prijetila je opasnost da se prevrne. Na ratnim brodovima kotači su bili izloženi neprijateljskim granatama. Zbog toga se već u početku parobrodarstva pomišljalo kako bi se kotači zamijenili duboko uronjenim vijkom. Još 1752. opisao je *Daniel Bernoulli* (Bernuji) francuskoj Akademiji znanosti način kako bi se brodovi tjerali *Arhimedovim vijkom.* Njegova je zamisao bila dobra, ali u to doba još nije bilo strojeva koji bi okretali vijak. *Fitch* je upotrijebio vijak na parobrodiću *Perseverance*, a poslije njega iskušavali su ga i drugi izumitelji, ali s malo uspjeha jer su se parni strojevi okretali odviše polagano.

Doista, vijak se u vodi ne smije obrtati prepolagano jer tada ne potiskuje vodu dovoljnom snagom unatrag da bi brod plovio naprijed. Ne smije se okretati ni prebrzo jer potisnutu vodu iza vijka ne može dovoljno brzo nadoknaditi nova voda što dolazi s prednje strane, pa ispred vijka nastaje praznina. Ta praznina, koju brodograditelji zovu *kavitacija*, i danas zadaje brodograditeljima mnogo briga, pa se unatoč najtačni-

Lijevo: »Great Western«, prvi parobrod na pruzi preko Atlantika. Dolje: prvi uspjeli parobrod s vijkom izradio je 1829. J. Ressel





Takmičenje parobroda na vijak »Basilisk« s parobrodom na kotače »Niger«

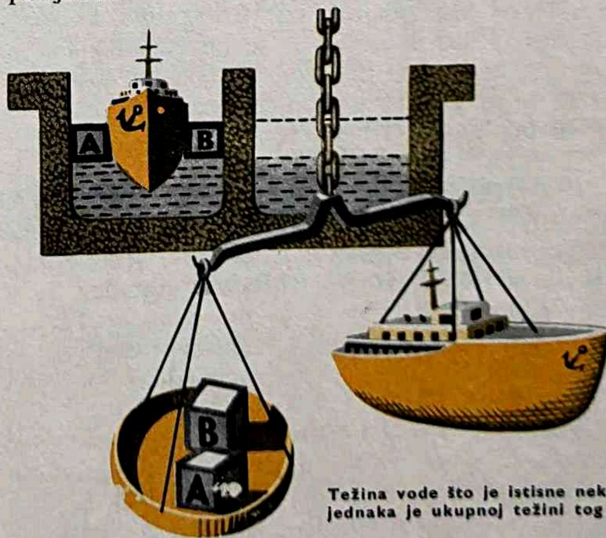
jim proračunima prije upotrebe vijci ispituju u vodi. U Zagrebu je izgrađen moderan *Institut za brodarsku hidrodinamiku*, a u njemu je golem basen s ostakljenim zidovima, visok kao trokatnica. U basenu se namjesti vijak i okreće jakim elektromotorom. Vijak velikom snagom potiskuje vodu koja teče kroz kružni kanal, a kroz ostakljeni zid promatra se da li se ispred vijka stvara kavitacija. Ako je kavitacija, koja smanjuje brzinu broda i pospješuje trošenje vijka, prevelika, treba izmijeniti oblik vijka.

Prvi uspjeli parobrod s vijkom izgradio je *Josip Ressel*, šumarski inženjer, iz Chřudima u Češkoj, koji je služio u Pleterju, Ljubljani i Puli. On je 1812. izradio nekoliko vijaka i iskušavao ih u čamcima na Krki i Ljubljanici. Patent za brodski vijak dodijeljen mu je 1827. Nakon toga sagradio je u Trstu parobrod *Civetta* (Čiveta = sova), namjestio vijak i iskušavao ga 1829. u tršćanskoj luci. Brodić od 48 tona, sa strojem od 6 KS, zaplovio je brzinom od 6 čv. To je bio lijep uspjeh. Da je imao jači parostroj, zacijelo bi plovio i sa 9 ili 10 čv. Ali kad se činilo da će Resselov dugogodišnji napor uroditi plodom, napukla je na brodu glavna parna cijev, i Civetta se zaustavila, obavijena parom. Kvar se mogao popraviti za sat-dva, ali pojavila se lučka policija i zabranila dalje pokuse zbog opasnosti da bi kotao mogao eksplodirati. Zbog te policijske zabrane Resselu je propao sav trud i sav potrošeni imutak. Umro je u Ljubljani 1857, siromašan i zaboravljen. Tek 1863. podignut mu je u znak priznanja spomenik u Beču.

Resselova zamisao ipak nije propala. Engleski seljak *Francis Petit Smith* (Frejnsis Pitit Smit), koji se u slobodnom vremenu bavio mehanikom, opremio je 1836. parobrodić drvenim vijkom koji je imao tačan oblik Resselova vijka, ali umjesto jednog i pol imao je puna dva uvoja. Na pokusnoj vožnji sve je išlo u redu, i parobrod je dobro plovio, no tada se dogodila i Smithu nezgoda, koja je srećom dobro svršila. Parobrodić je prešao preko nekog panja, udario o nj i slomio pola uvoja na vijku. Brodić je nakon toga loma zaplovio znatno brže. Bio je to najbolji dokaz da je Resselov vijak s jednim i pol uvoja bio bolji, a osim toga da brzina broda ne zavisi samo o jačini stroja, nego i o obliku vijka. Kasnije se ustanovilo da brzina zavisi i o obliku brodskog trupa. Smithu je poslije toga uspjeha pošlo za rukom da zadobije naklonost Admiraliteta koji je dopustio da se vijak ugradi u poveći brod. Po Arhimedovu vijku Smith je brodu dao ime *Archimedes* (Arhimidis). Na pokusnoj vožnji uspjeh je bio potpun.

Istodobno sa Smithom pokuse je vršio, najprije u Engleskoj, a kasnije u Americi, Šveđanin *John Ericsson* (Erikson). Smithovu i Ericssonovu radu treba zahvaliti da se otad gradilo sve više brodova s vijkom. Međutim, konzervativni pomorci, koji teško prihvaćaju novotarije, nisu se mogli odlučiti koje je porivno sredstvo bolje. Da riješi neodlučnost, britanski je Admiralitet odredio takmičenje.

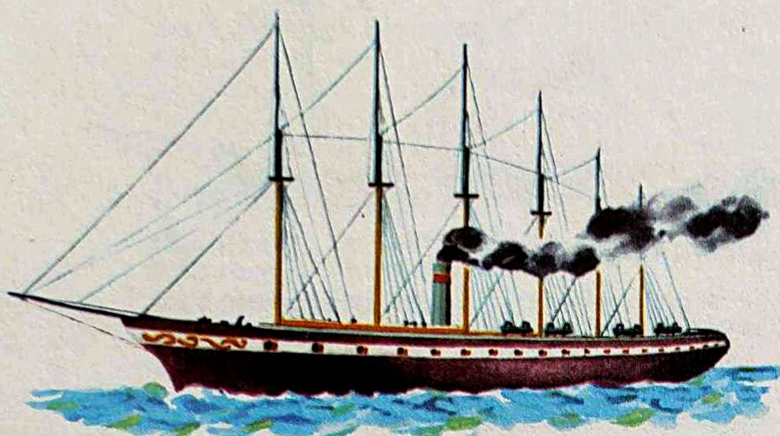
Izabrana su dva broda jednake veličine s parostrojem jednake snage od 400 KS. Izvidnica *Basilisk* (Bezilisk) od 1030 t imala je bočne kotače, a izvidnica *Niger* (Naidžer) od 1072 t vijak. Oba su broda 20. VI 1849, privezana krmom za krmu, zaplovila svom snagom u protivnim smjerovima. Pobijedio je Niger koji je oteglio svoga suparnika 1,4 nm na svoju stranu. Tako je vijak iznio pobjedu.



Težina vode što je istisne neki brod jednaka je ukupnoj težini tog broda

Željezni brodovi. Velika Britanija počela je odmah graditi veliki prekooceanski putnički parobrod na vijak, s trupom od željeza. Kad se to pročulo, pomorci svijeta zaprepastili su se od čuda: Brod od željeza! Potonut će kao topovska kugla! Čudili su se tome jer im nije bio poznat *Arhimedov zakon*.

Arhimed je već prije naše ere dokazao da predmet uronjen u vodu izgubi onoliko težine koliko teži voda koju on istisne svojim obujmom. Ako



Prvi prekooceanski željezni parobrod s vijkom »Great Britain«

u kadu koja je do vrha napunjena vodom postavimo model broda, čim brod uroni do svoje vodene linije, iz kade će isteći nešto vode. Ako tu vodu uhvatimo u posudu i izvažemo, osvjedočit ćemo se da je voda jednako teška kao i brod, koji je vodu istisnuo. Željezna kugla tone do dna jer ne može istisnuti toliko vode kolika joj je težina, ali ako se ona izvalja u tanak lim, i od njega se izradi šuplji brodić, on će plivati veoma malo uronjen. Potonuo bi tek onda kad bi se nakrcao tolikim teretom da je ukupna težina brodića i njegova tereta veća od težine istisnute vode. Težina istisnute vode naziva se skraćeno *istisnina*. Prema tome, kad se kaže da neki brod ima istisninu od 10 000 tona, to znači da toliko teži voda što ju je on istisnuo kad je porinut u more. Ili drugim riječima, toliko bi težio brod kad bi se izmjerio na vagi. Istisnina se računa za brod bez tereta.

Prvi željezni brod sagradio je *Wilkinson* (Vilkinsen) 1787. u Engleskoj, kada je u željezarama uspjelo valjanje željeznih ploča. Prvi veći željezni parobrod *Aron Manby* (Menbi) sagrađen je u Engleskoj 1837. Plovio je po Seini u Parizu. Prvi pomorski parobrod *Rainbow* (Rejnbou = Duga) od 500 t zaplovio je između Londona i Antwerpena 1837.

Putovanjem broda *Great Britain* otpočinje novo razdoblje u povijesti parobrodarstva: doba željeznih brodova s vijkom. Posljednji brzi parobrod na kotače *Scotia* (Skouše), što ga spominje *Jules Verne* (Žil Vern) u knjizi Djeca kapetana Granta, povučen je iz prometa 1862.

Na prvo putovanje krenuo je *Great Britain* 14. VIII 1845. Iako nije imao mnogo sreće, ipak je znatno utjecao na razvoj brodogradnje. Preplovio je Atlantski ocean samo dva puta. Za trećeg putovanja nasukao se na irskoj obali i ostao izložen olujnim oceanskim valovima cijelu zimu. Kad su ga u ljetu odsukali, ustanovilo se da trup nije izobličen, nego mu se samo dno probušilo na hridinama. Parobrod je popravljen i prodan Australskoj pruzi. Kako je u Australiju tada putovalo malo putnika, bio je taj brod prevelik i neekonomičan. Stoga su mu uskoro izbacili parostroj i vijak i pretvorili ga u jedrenjak. Dugo je otad jedrio. Godine 1886. ponovno se nasukao kod Falklandskih otoka, ali je i taj brodolom dobro izdržao. Spasen je i pretvoren u *hulk*, tj. plovno skladište za ugljen. Izdržljivost njegova trupa u dva brodoloma dokazala je da su željezni brodovi bolji od drvenih.

Great Eastern. God. 1857. porinut je u Engleskoj poslije 5 godina gradnje parobrod *Great Eastern* (Grejt Istern), koji je veličinom i načinom gradnje pripadao parobrodima kakvi su se gradili 50 godina kasnije. Bio je čvrsto građen, sa dvostrukim dnom, uzdužnim i poprečnim pregradama, nepromočnim vratima itd. Brod je bio dug 207,5 m i širok 25,3 m; gazio je 9 m, a istisnina mu je bila 27 400 tona. Stroj je imao snagu od 7650 KS. Imao je 10 parnih kotlova, vijak, dva bočna kotača i 5400 m^2 jedrilja. Nosio je 5500 t ugljena; mogao je ploviti brzinom od 14 čv. Bio je namijenjen za prugu Engleska—Indija— Australija ili za prijevoz 10 000 vojnika. Put od 11 250 nm imao je prevaliti za 35 dana. Međutim, ni on nije imao sreće. Već za porinuća dogodila se prva nezgoda. Inženjer *Brunel* sagradio ga je usporedno s obalom Temze jer je smatrao da je opasno porinuti ga u vodu kao druge brodove krmom naprijed da se zbog velike dužine ne prelomi. Kako je dugo ležao na vlaci (navozu), zemljište se pod njim sleglo, pa se nije mogao pokrenuti. Porinuće je trajalo 2½ mjeseca uz trošak od 25 milijuna dinara. Kad su Brunelu vlasnici zbog toga prigovorili, odgovorio im je da se nije usudio porinuti golem brod naglo jer bi se u Temzi podigli 10 m visoki valovi koji bi njih, što su stajali u svečanim cilindrima na suprotnoj obali Temze, potopili.

Na prvoj pokusnoj vožnji Great Eastern je dokazao da je čvrst, ali na toj vožnji dogodila mu se i prva nesreća. Deset ložača je poginulo od vrele vode koja se izlila iz jednog tanka što se rasprsnuo blizu dimnjaka. Poslije šest dana umro je Brunel od kapi. Na prvu vožnju Great Eastern je otplovio tek poslije godinu dana. Strojevi su već bili stari šest godina i trošili trećinu ugljena više nego na novim parobrodima. Na drugom putovanju brod je pred New Yorkom naišao na nepoznat greben, koji mu je rasjekao dno i ostavio dvije brazgotine duge jedna 26 a druga 12 m. Ali brod je imao dvostruko dno i čvrst trup, pa je i onako rasječen mogao sam prevesti svoje putnike i robu u New York. Trebalo je sada popraviti dno na ribini (podvodni dio brodskog trupa), ali nigdje nije bilo tako velikog doka u kojem bi se mogao podići gorostas iz vode. Dno su morali krpiti ronioci pod vodom. Brod je proboravio u luci još go-

dinu dana. Za jedne plovibe zatekla ga je strašna oluja. Gorostas se ljuljao s boka na bok. Paluba se strašno nagibala, a bokovi visoki kao zidovi četverokatnice, spuštali su se sve do valova. U unutrašnjosti je odjekivala strašna lomljava. Stolice i stolovi, razbijeno posuđe i staklo, sve se to kotrljalo s jednog kraja dvorane na drugu. Valovi su razbili i bočne kotače; navečer su još stajale samo gole osovine i šuplji *izboci* (okrugli bubnjevi na bokovima), koji su odzvanjali kao prazne bačve. U noći se srušio rezervoar pun ulja i kotrljao se po gornjoj palubi. Smrskao je šest mornarskih kabina, a da se nitko nije usudio ni da mu se približi. Napokon se razbio o brodsku *obodnicu* (ograda od lima na glavnoj palubi); ulje se izlilo. U noći je puklo rudo krmila, i brod se nemoćno ljuljao na valovima. Mornari su razapeli donje najčvršće jedro, ali vjetar ga je u tren oka otkinuo iz poruba i odnio kao da je dječji zmaj.

Unatoč svim strahotama brod se poslije svakog njihaja hitro uspravljao, razbijao je vodene bregove i odbacivao ih od sebe. Voda je u slapovima padala na palubu, ali je i otjecala. Trup se dizao to hitrije što je dublje zaronio. Na njemu nije bilo ni traga od borbe s oceanskim bijesom; nigdje pukotine, ni savijanja, pa ni škripanja. Brunelova je građevina bila čvrsta kao klisura.

Sutradan se oluja malo smirila. Mornari su popravili rudo krmila. Vijak je neprekidno i pouzdano radio, i Great Eastern je stigao u luku sa 20 sati zakašnjenja. Nakon ove plovidbe najveću su graju podigle na nj žene: proliveno ulje pretvorilo je šešire, krzna i svilene haljine u ogavne nauljene krpe. Brod je izvršio još pet putovanja, ali sa sve manje putnica i putnika; izgubio je njihovo povjerenje! Vlasnici su ga morali prodati jer više nisu mogli izdržati goleme gubitke.

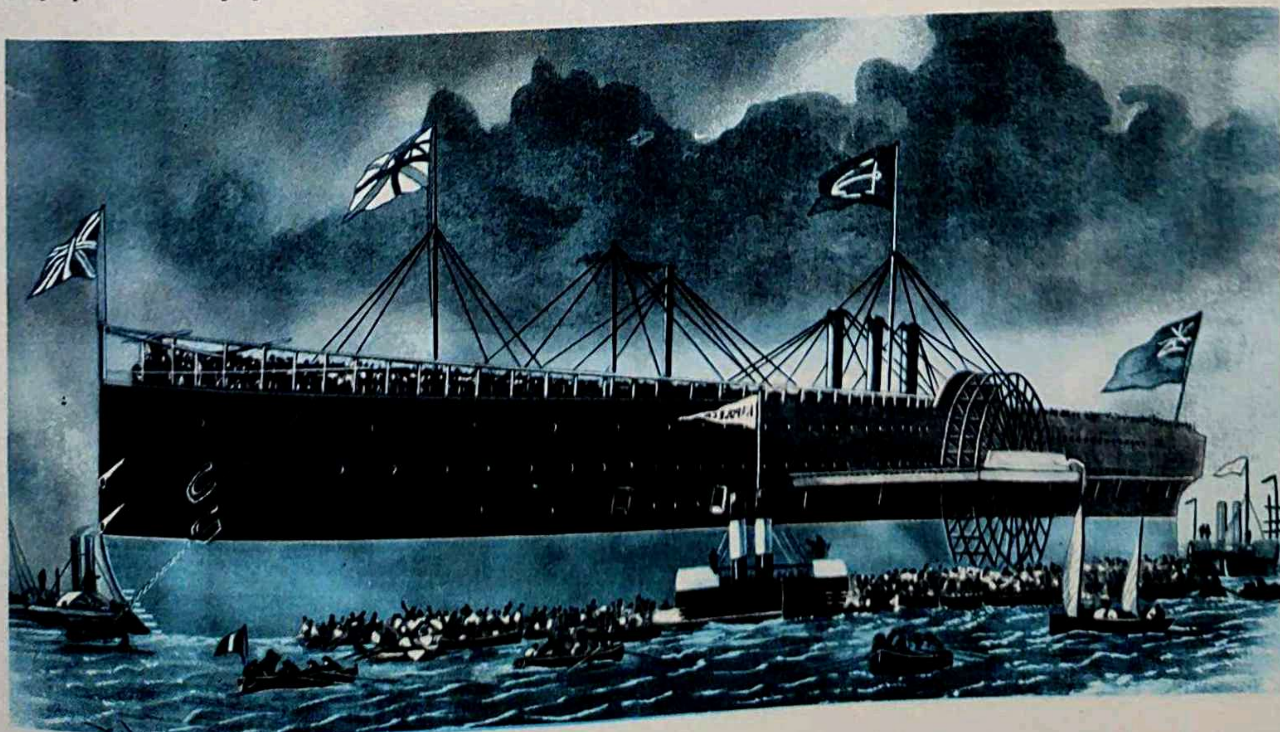
Great Eastern je stupio u novu službu. Kupilo ga je poduzeće koje je trebalo položiti podmorski telegrafski kabel između Irske i Amerike. On je jedini mogao ukrcati u golema skladišta 4590 km kabela. U toj je službi ostao deset godina.

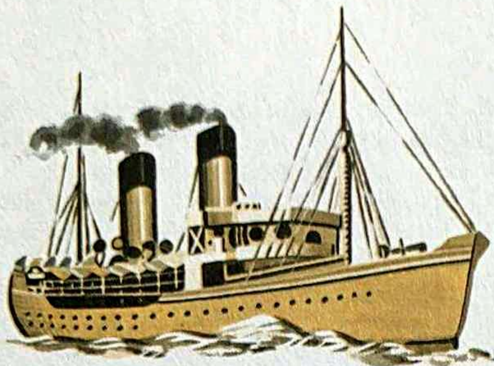
Kad je drugi kraj kabela nakon dugog vremena i mnogo neprilika doveden u Ameriku, ostao je Great Eastern bez službe. Prelazio je tada iz ruke u ruku. God. 1884, sav nakinđuren, upotrijebljen je kao hotel na Mississippiju za svjetske izložbe u New Orleansu (Nju Erlienzu). God. 1885. služio je u Gibraltaru kao skladište ugljena. Iduće je godine opet ukrašen i uz vatromet prikazivan pred Liverpoolom kao svjetsko čudo. God. 1887. dive mu se na rijeci Clyde, gdje je bio osvijetljen novim izumom: sa 117 velikih električnih lučnica. Iza toga u tri godine mijenja pet vlasnika i preprodaje se sve jeftinije. Napokon ga je za bescjenje kupio neki mešetar, a zatim ga skupo prodao jer se ustanovilo da mu je dno načinjeno od najboljeg čelika. Great Eastern je vlasnicima koji su ga htjeli iskoristiti za promet uvijek stvarao gubitke, a preprodavaocima je donosio goleme koristi. God. 1891. raskomadan je do posljednje ploče i pretvoren u plugove i kuhinjske noževe.

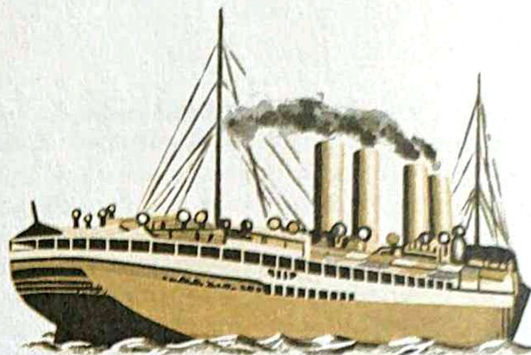
Modra vrpca. Poslije Great Easterna gradili su se manji brodovi, ali sve bolji i brži. Svaki tehnički izum i svako usavršavanje iskorišteno je da se poveća sigurnost plovidbe i udobnost na brodu, a skrati trajanje putovanja. Najbolji i najraskošniji prekoatlantski parobrodi *transatlantici* gradili su se za prugu između Evrope i Sjeverne Amerike jer njome oduvijek putuju najbogatiji i najizbirljiviji putnici.

Kad je Great Western stigao u New York, kapetanu je, među drugim darovima, poklonjena i Modra vrpca, uska duga traka, koja se dotad nalazila na vrhu jarbola najbržeg jedrenjaka. Vijorila se ona i u drugim prilikama, npr. kao

Parobrod »Great Eastern« 1857. porinut s vlake







znak da se neki brod istakao u spasavanju drugog broda itd. Međutim, poslije Great Westerna vijorila se samo na onom brodu koji je najbrže preplovio put između Evrope i Sjeverne Amerike, ili obratno.

Sama modra vrpca, uska traka od tanke vunene tkanine, nema velike vrijednosti, ali brod na kojemu se ona vijori, osobito privlači bogate i poslovne ljude. Zato je takmičenje za Modru vrpcu bezobzirna borba ne samo za ugled broda nego i za veću dobit.

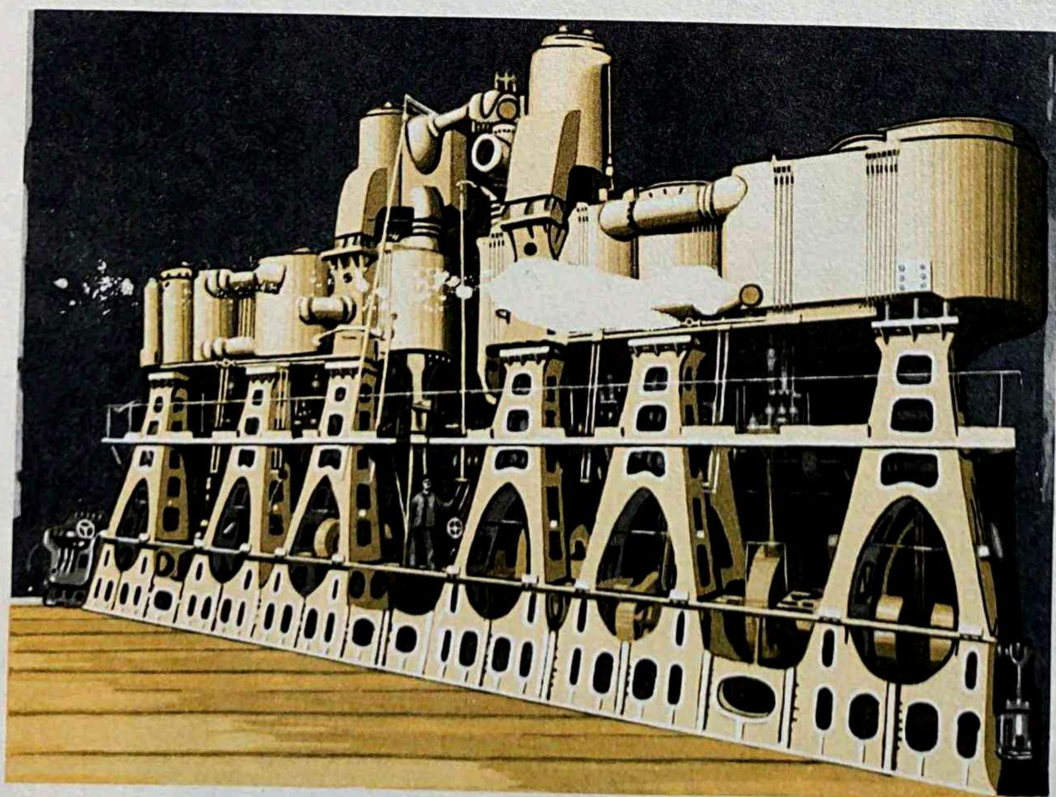
God. 1838. Great Western je preplovio Atlantik za 15 dana i 12 sati prosječnom brzinom od 8 čv. Čuvena *Scotia* plovila je prosječnom brzinom od 14,5 čv i preplovila Atlantik za 8 dana i 3 sata.

Modra vrpca od tada je često prelazila s broda na brod. God. 1876. *Britannic* (Britenik) prelazi ocean za 7 dana, 12 sati i 47 minuta brzinom od 15,9 čv.

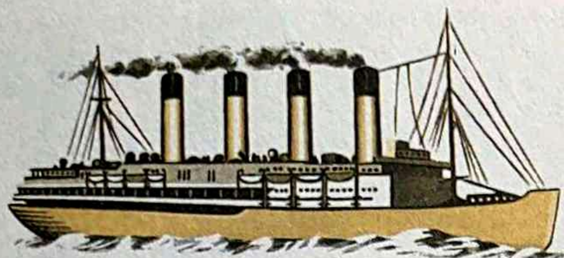
Dalji razvoj prekoatlantskih brodova napredovao je sve brže. *Campania* (Kempeinije) i *Lucania* (Lukeinije) prelaze 1893. putnu brzinu od 20 čv. God. 1897. pojavljuju se u takmičenju njemački parobrodi. *Kaiser* (Kaizer) *Wilhelm der Grosse* doseže brzinu od 21,9 čv. i osvaja Modru vrpcu, koja prelazi zatim s jednog njemačkog broda na drugi: na *Deutschland* (Dojčland), *Kronprinz Wilhelm* i na parobrod *Kaiser Wilhelm* II, koji ima 19 361 BRT i plovi prosječnom brzinom od 23,6 čv. Međutim, na njemu su parni stapni strojevi već tako golemi da strojograditelji osjećaju kako se tom vrstom strojeva neće doseći veće brzine. Jedan je strojar toga parobroda kazao: »Povrh moje glave lete u stroju gore-dolje i okreću se čelični komadi koji su teži od čitava Kolumbova broda.« Doista, bilo je krajnje vrijeme da se golemi stapni strojevi zamijene nekim novim pogodnijim strojem.

Britansko društvo *Cunard* (Kjunard) nije moglo preoteti Modru vrpcu *Njemačkom Lloydu* punih 10 godina. Njemu je morala pomagati država jer je brzina postala tako velika i skupa da se brodovi nisu mogli isplatiti samom dobiti na plovidbi. Velika Britanija prekinula je dotadašnji običaj da svako društvo gradi brodove od svog novca i odobrila je Cunardu velik zajam s neznatnim kamatama i uz to još veliku novčanu pomoć kako bi se izgradili turbinski brodovi. Modra vrpca mogla se preoteti samo novom vrsti parostroja: parnom turbinom.

Prvu višestepenu turbinu izradio je 1884. Englez *Charles Parsons* (Čarls Parsenz), a 1897. ugradio ju je u *Turbiniu* (Terbinjeu), brodić od 100 t. Prvi pokus nije uspio jer su se vijci okretali prevelikom brzinom, vitlali su pjenu ispod

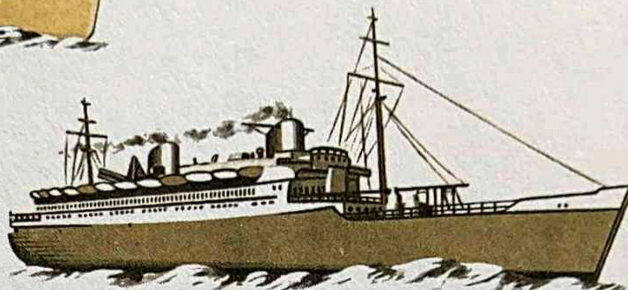


Lijevi stapni parostroj velikog prekooceanskog putničkog parobroda iz 1890. Stroj je sastavljen od dva nezavisna bloka s ukupno šest uspravnih cilindara. Dva ovakva parostroja razvijala su pri punoj brzini ukupnu snagu od 45 000 KS



ČUVENIJI BRODOVI TAKMIČARI ZA MODRU VRPCU

1. »Campania« iz 1893, 12950 BRT, 21,33 čv
2. »Kaiser Wilhelm der Grosse« iz 1897, 14 349 BRT, 22 čv
3. »Mauretania« iz 1907, 30 696 BRT, 27,87 čv
4. »Bremen« iz 1933, 51 656 BRT, 28,51 čv
5. »Normandie« iz 1935, 83 423 BRT, 29,94 čv
6. »Queen Elizabeth« iz 1938, 85 000 BRT, 31,96 čv
7. »United States« iz 1952, 65 000 BRT, 36,24 čv

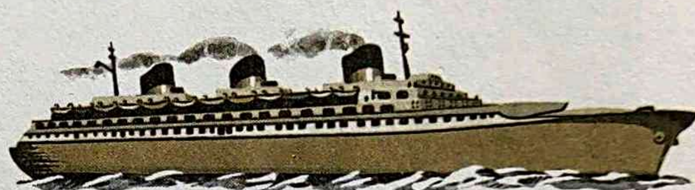


krme, a brod se sporo kretao. Tek pošto je između turbinske osovine i osovine vijaka umetnut zupčani prenosnik, *Turbinia* je pojurila rekordnom brzinom od 24 čv.

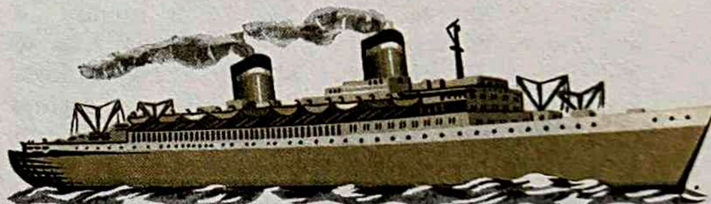
Godine 1901. sagrađen je prvi veći turbinski parobrod, a 1907. osvajaju Modru vrpcu novi britanski turbinski transatlantici od 30 000 t *Lusitania* (Lusiteinje) i *Mauretania* (Moriteinje), koji plove brzinom od 24 čv.

Takmičenje za Modru vrpcu uzrokovalo je 1912. najveću nesreću u povijesti pomorstva. Upravo dovršeni prekoatlantski parobrod *Titanic* (Tajtenik) sudario se s ledenim brijegom na prvom putovanju u New York i potonuo sa 1492 putnika i članova posade.

Mauretania je i dalje zadržala Modru vrpcu i nosila je od 1907. do 1929, dakle pune 22 godine. Preoteli su joj je njemački brodovi *Europa* a zatim *Bremen*, koji je prvi između brodova premašio tonažu od 50 000 t. Nakon njih Modru vrpcu osvojili su ovi brodovi:







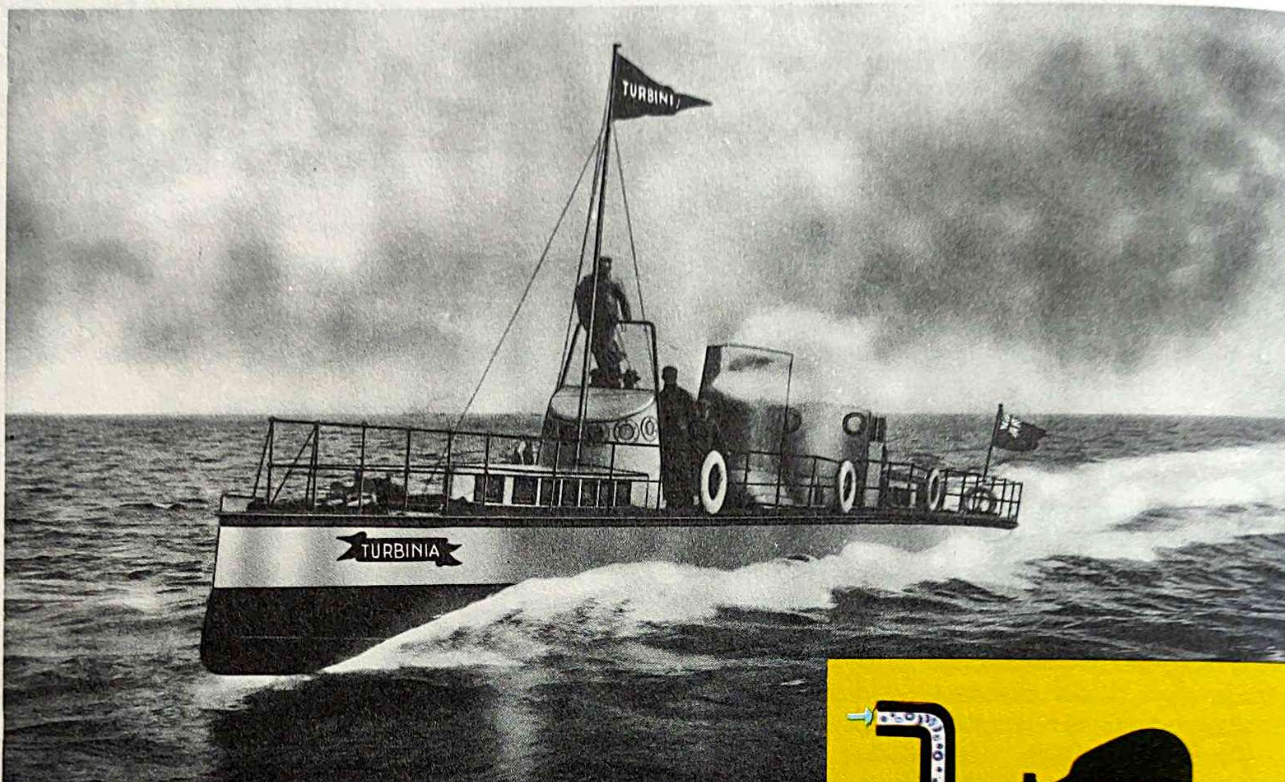
POSLJEDNJI BRODOVI NOSIOCI MODRE VRPCE

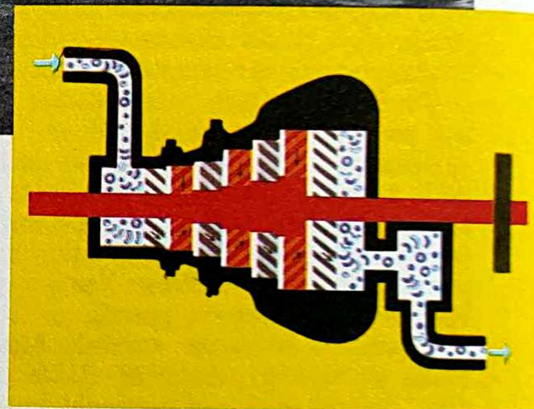
God.	Ime i pripadnost broda	Tonaža BRT	Brz. čv.	Prelazi ocean u vremenu od: dana	sati	min.
1907.	Mauretania (brit.)	30 696	27,87	4	17	50
1930.	Europa (njem.)	49 746	27,91	4	17	6
1933.	Bremen (njem.)	51 656	28,51	4	16	15
1933.	Rex (talij.)	51 062	28,92	4	13	58
1935.	Normandie (franc.)	83 423	29,94	4	3	14
1936.	Queen Mary (brit.)	81 235	30,14	4	2	27
1937.	Normandie (franc.)	83 423	30,58	3	23	2
1938.	Queen Mary (brit.)	81 235	30,99	3	21	48
1938.	Queen Elizabeth (brit.)	85 000	31,96	3	18	55
1952.	United States (SAD)	65 000	36,24	3	10	14

Poslije 1948. umiješali su se u takmičenje avioni koji sve više preotimaju putnike, i to baš one kojima se najviše žuri bez obzira na troškove. Godine 1970. avioni su prevezli na sjevernoatlantskoj pruzi tri puta više putnika nego brodovi.

Godine 1939. požar je progutao brod *Normandie* (Normadi), koji je bio ponos francuskog naroda. Francuska, koja je tako ostala bez svoga transatlantika, odlučila je graditi sporiji brod koji će prelaziti Atlantski ocean za 5 dana, ali će prijevoz biti jeftiniji. Sagradila je najduži (315,6 m), ali ne i najveći brod na svijetu, koji je 1962. pod imenom *France* (Frans) krenuo na prvo putovanje. Brod ima istisninu od 66 000 BRT, a 8 kotlova, 4 turbine sa ukupno 160 000 KS i 4 vijka gone ga srednjom brzinom od 31 čv; najveća mu je brzina 35,2 čv. Taj najmoderniji brod na svijetu ne bori se za Modru vrpcu, ali na njemu ipak ima uvijek mnogo putnika jer je udoban i siguran, a mnogi žele na raskošnu brodu, okruženi sjajem i zabavom, putovati i 5 pa i više dana.

Modra vrpca vijori se i dalje na američkom brodu *United States* (Junajted Stejts), a čini se da nitko i nema želje da mu je preotme.





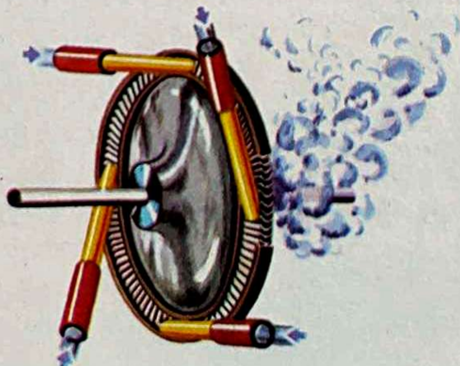
Charles Parsons vršio je 1894. pokuse s parnim turbinama na brodiću »Turbinia« od 100 t, kojim je 1897. dostigao rekordne brzine

PARNE TURBINE

Gledana izvana, parna turbina je bubanj na kojemu se ne vidi nijedan pokretni dio. Kad se bubanj otvori, u njemu se vidi nekoliko kola koja su čvrsto nataknuta na osovinu, a sastoje se od vrlo mnogo sitnih lopatica. Kad se okreću kola s lopaticama, s njima se okreće i osovina. Sva kola s lopaticama nazivaju se *rotor turbine*.

Parna turbina je stroj u kojemu se kinetična energija, tj. brzina pare pri širenju (ekspanziji), iskorišćava izravno za okretanje osovine.

Najvažniji je dio turbine rotor koji se u najjednostavnijer obliku sastoji od jednog kola s veoma mnogo lopatica. Kolo je čvrsto spojeno s osovinom turbine. Lopatice su uske i tako zaobljene da između njih ostaju *lučni kanali*. Na vrhu su međusobno spojene trakom koja ih međusobno učvršćuje. *Traka* zatvara kanale s gornje strane. Sasvim uz rotor, u visini lopatica, smještene su cijevi osobita oblika koje se zovu *sapnice*. To je princip turbine koju je izumio švedski inženjer *De Laval* 1883.



Princip De Lavalove parne turbine. Para sukija velikom brzinom iz četiri sapnice u lučne kanale kola. Tu para udara u lopatice, potiskuje ih i okreće kolo turbine, a s njim i osovinu

Umjesto 4 sapnice može se uz lopatice rotora postaviti jedan nepomični vijenac *stator* s veoma mnogo sapnica *privodnih kanala*. Sapnice dovode paru do lopatica rotora u najpovljnijem smjeru i tlak, *potencijalnu energiju* pare, pretvaraju u brzinu, *kinetičnu energiju*. Kolo rotora i sapnice zatvoreni su u nepropusnu bubnju od lijevanog željeza koji se sastoji samo od dva dijela, gornjeg i donjeg, kako bi se lakše izbjegle sve šupljine između pokretnih i nepokretnih dijelova turbine.

Mlazovi pare, koji izlaze velikom brzinom iz sapnica, mijenjaju smjer u kanalima između lopatica rotora, a zbog zakretanja stvara se tlak na lopatice. Taj tlak okreće rotor.

Prema načinu rada razlikuju se *jednotlačne*, *akcijske* i *prekotlačne*, *reakcijske* turbine. U akcijskim turbinama (od kojih je najpoznatija De Lavalova turbina) tlak se pretvara u brzinu samo u nepokretnom dijelu. Kanali između rotorskih lopatica jednako su široki na ulazu i izlazu, pa sila na lopatice nastaje od zakretanja parnog mlaza.

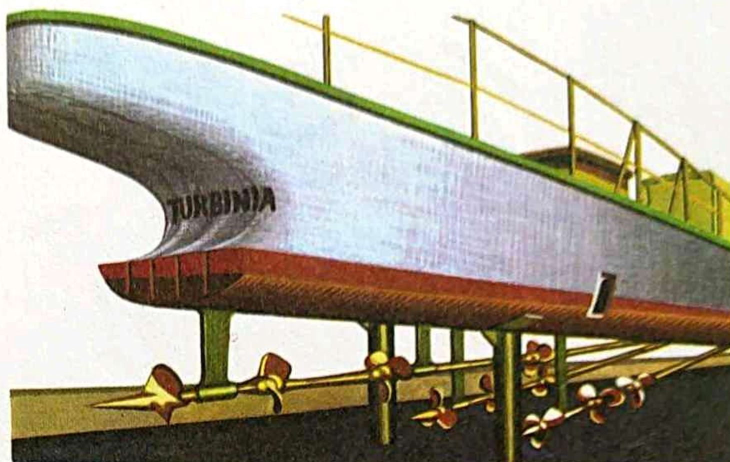
U reakcijskim turbinama, od kojih je najpoznatija *Parsonsova turbina*, tlak se ne pretvara u brzinu samo u nepokretnom statoru nego i u okretljivom rotoru jer se para širi (ekspandira) i između rotorskih lopatica. Stoga je tlak ispred rotorskih lopatica veći nego iza njih. Kako je presjek rotorskih kanala na izlazu manji nego na ulazu, sila ne djeluje na lopatice samo od zakretanja parnog mlaza nego i zbog otiskivanja unatrag, tj. zbog reakcije u suženju kanala.

Brzina istjecanja pare iz jednog reda sapnica može se iskoristi i u više redova rotorskih lopatica. Tako se dobiva *turbina sa stepenovanjem brzina*, koja se zove *Curtisovo* (Kurtisovo) *kolo*.

Kod velike količine pare i velikog toplinskog pada ne može se izgraditi turbina s jednim akcijskim stepenom ni s jednim Curtisovim kolom, nego se toplinski pad mora razdijeliti na više stepena. Da bi se tlak mogao tako podijeliti, mora svaki stepen biti odijeljen od drugoga tako da para može prolaziti samo kroz sapnice i privodne kanale. Zato se privodni kanali ili sapnice ugrađuju u diskove (dijafragme) koji su učvršćeni u kućištu turbine.

U *akcijskim turbinama* obično je prvo rotorsko kolo Curtisovo kolo sa 2 ili 3 stepena brzine, u kojemu se iskorištava velik pad topline. Volumen pare naglo se povećava, pa se u idućim stepenima turbine mogu sapnice ili privodni kanali rasporediti duž cijeloga kružnog vijenca. Para se sve više širi, tlak pada, pa lopatice u idućim redovima moraju biti sve duže. Akcijska turbina se poznaje po tome što je svako rotorsko kolo odvojeno, a u kućištu su pričvršćene dijafragme.

I u *reakcijskim turbinama* u prvom stepenu je obično Curtisovo kolo u kojemu se iskorišćava velik dio toplinskog pada. Iza Curtisova kola para ima dovoljno velik volumen da se za idući reakcijski stepen može provoditi kanalima duž cijeloga oboda rotora. Svaki stepen nema posebno rotorsko kolo kao u akcijskoj turbini, već se svi redovi rotorskih lopatica nalaze na jednom šupljem bubnju kako bi se na nj moglo smjestiti što više stepeni. Između svakog reda lopatica na rotoru nalazi se jedan red nepomičnih privodnih lopatica na statoru.

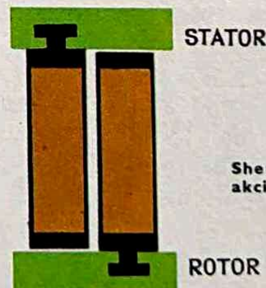


Parsonsova »Turbinia« imala je u početku tri osovine i devet vijaka. Najveću brzinu dostigla je kasnije samo sa tri veća vijka

Parne turbine upotrebljavaju se i na kopnu, najviše u termoelektranama, za pogon električnih generatora. Iako je princip jednih i drugih turbina jednak, ipak se brodske turbine prilično razlikuju od kopnenih. Brodske glavne pogonske turbine grade se s akcijskim stepenima ili kombinirano, tj. one su podijeljene u posebne dijelove, pa je visokotlačna turbina akcijska, a niskotlačna reakcijska, i svaka je u svom posebnom kućištu.

Kopnene turbine okreću se neprekidno u jednom smjeru. Brodske turbine moraju zbog manevriranja imati posebna kola koja se okreću u obratnom smjeru kad brod plovi natrag. Takva turbina za *hod krmom* rjeđe se gradi kao posebna turbina u svom kućištu, nego se obično ugrađuje u visokotlačnu i niskotlačnu turbinu.





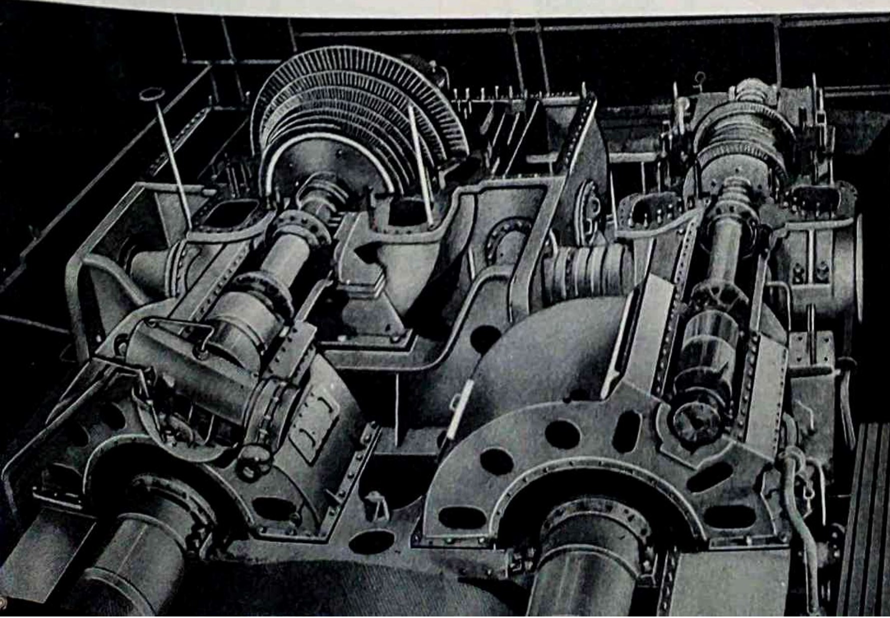
Shematski presjek akcijske turbine



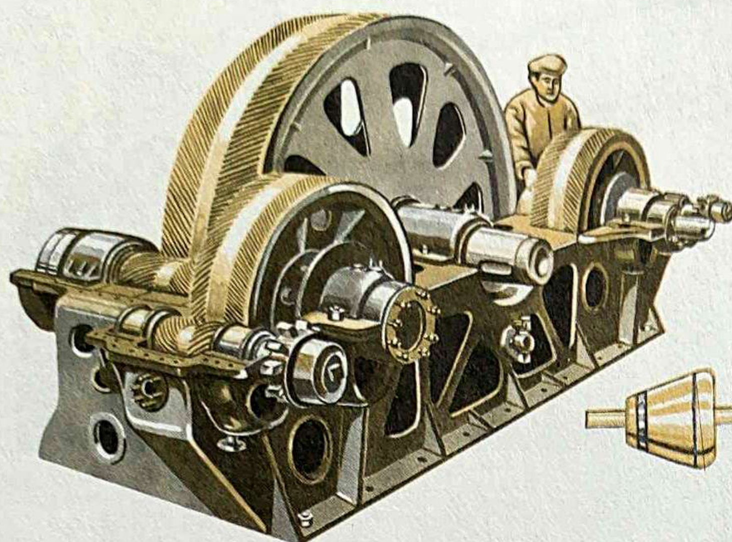


Shematski presjek reakcijske turbine

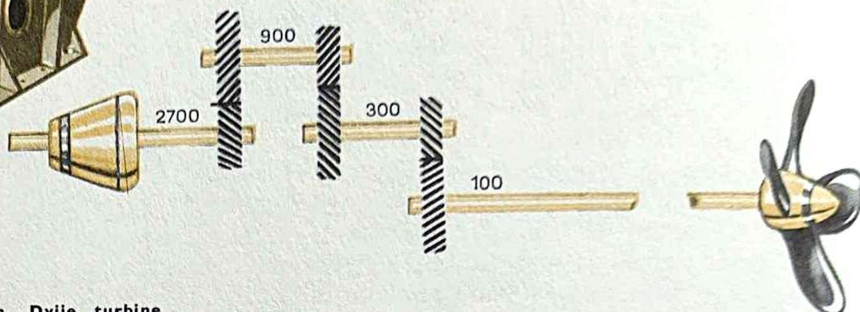
Shematski presjek Curtisova kola



Lijevo: lijeva parna turbina s prenosnikom nuklearnog trgovačkog broda »Savannah«

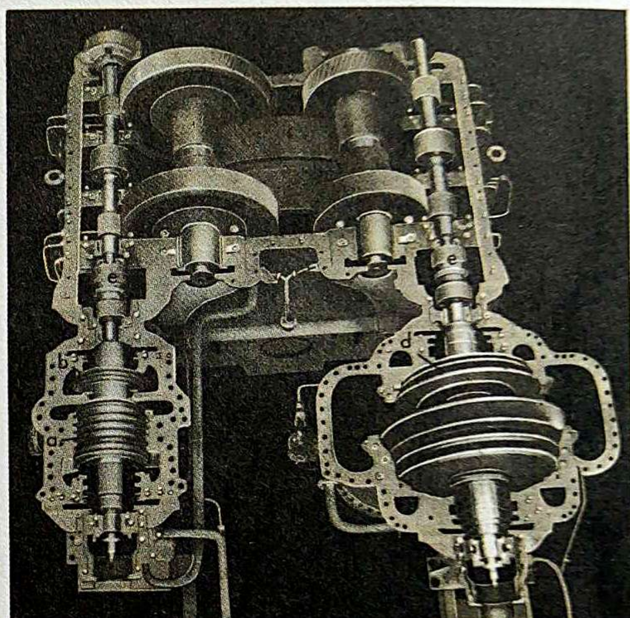


Zupčasti prenosnik za brodove nije bilo lako izraditi jer on mora izdržati golemu snagu, a lom i samo jednog zupca može onesposobiti brod za plovidbu. Tek kad su izrađeni zupčanici s kosim zupcima velike dodirne površine, prenosnici su postali pouzdani. Zupčasti se prenosnici upotrebljavaju i za kombiniran pogon, npr. kad dvije turbine okreću jedan vijak.



Zupčasti prenosnik prekooceanskog parobroda. Dvije turbine okreću desni i lijevi mali zupčanik. Oni okreću srednji veliki zupčanik i osovinu spojenu s odrivnom osovinom i osovinom vijka

Desno: shematski prikaz prenosnika s prijenosom 2700 : 100 = 27 : 1



Brodska parna turbina s prenosnikom

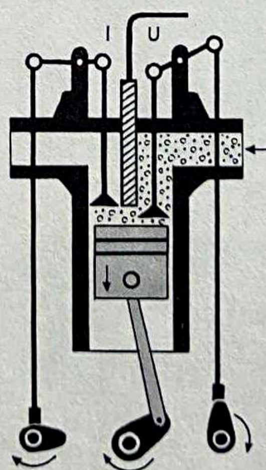
Turbina za hod krmom obično je Curtisovo kolo sa 2—3 akcijska stepena, ali su lopatice okrenute u obratnom smjeru tako da parni mlaz okreće osovinu vijka natrag (krmom). Kad visokotlačna i niskotlačna turbina okreću osovinu vijka naprijed, turbina za hod krmom okreće se »u prazno«. Obratno, kad se puštanjem pare u turbinu za hod krmom osovina okreće natrag, visokotlačna i niskotlačna turbina okreću se bez pare »u prazno«.

Kopnene turbine u termoelektranama okreću izravno generatore jer se za proizvodnju izmjenične struje rotor generatora mora okretati sa 3000 okretaja u min., a ta je brzina povoljna i za turbinu. Kako brodski vijak ima dobar stupanj djelovanja samo ako se okreće umjerenom brzinom (100 do 150 okretaja u min.), mora se između osovine turbine i osovine vijka umetnuti zupčasti *prenosnik*. Trgovački brodovi imaju obično *dvostruki zupčasti prenosnik*. Tada osovina turbine okreće preko zupčanika prvu prijenosnu osovinu znatno polaganije, a ona opet preko drugih zupčanika okreće drugu osovinu još polaganije. Tek ta druga prijenosna osovina okreće osovinu vijka brzinom od oko 100 okretaja u minuti.

Ratni brodovi, kojima se vijci okreću znatno brže, grade se ponekad i samo s jednostrukim prijenosom, tj. osovina turbine okreće prijenosnu osovinu, a ona okreće osovinu vijka.

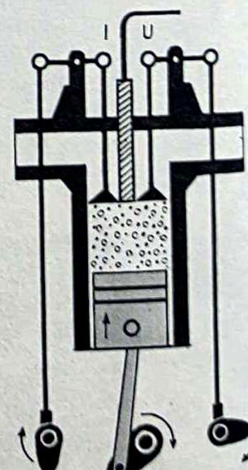
Umjesto zupčastog prenosnika može se na brodovima upotrijebiti i električni prijenos. U takvu pogonu turbina okreće generator električne struje, generator proizvodi električnu energiju i tjera elektromotor smanjenom brzinom, a elektromotor okreće osovinu vijka. Takav se način zove turboelektrični pogon.

RAD ČETVEROTAKTNOG DIZEL-MOTORA



1. takt: usis

Klip se spušta i kroz usisni ventil usisava zrak, koji ispunjava unutrašnjost cilindra



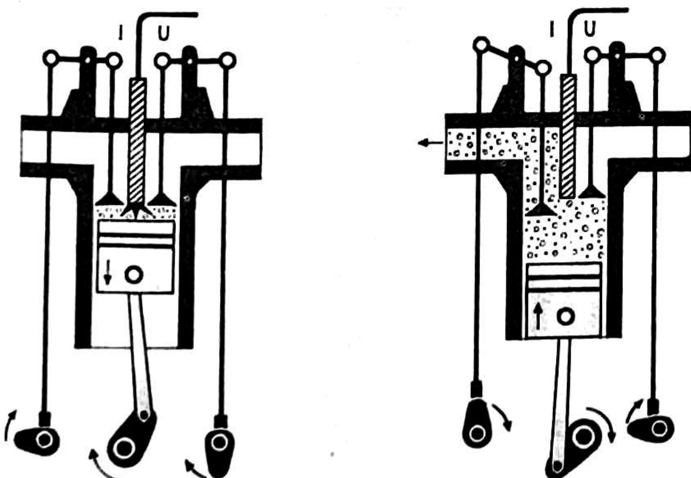
2. takt: sabijanje

Ventili su zatvoreni. Klip se diže i u cilindru sabija zrak, koji se grije do 600°

DIZEL-MOTOR

Rudolf Diesel (Dizl) rodio se u Parizu 18. III 1858. u njemačkoj obitelji. Otac mu je bio vlasnik male kožare. Za francusko-njemačkog rata 1870. obitelj se morala iseliti iz Francuske i pobjeći u Englesku, gdje je živjela u potpunoj bijedi. Stoga je otac poslao malog Rudolfa u Njemačku stricu, koji ga je uzdržavao na Tehničkoj viskoj školi u Münchenu, koju je svršio s izvrsnim uspjehom. Matematičar Linde, profesor te škole i izumitelj strojeva za proizvodnju leda i tekućeg zraka, poslao je Rudolfa, koji je govorio francuski kao pravi Francuz, u filijalu svoje tvornice rashladnih strojeva u Pariz. Tu se Rudolf toliko istakao da je već iduće godine, u svojoj dvadeset trećoj godini postao direktor tvornice.

Oko 1884. Diesel se počeo baviti mišlju kako bi izradio motor koji bi trošio manje goriva ako bi bolje iskorištavao toplinu izgaranja. Tako je daroviti i mladi inženjer postepeno prelazio s rashladnih na toplinske strojeve. Poslije mnogo proučavanja i istraživanja došao je do zaključka da bi se moglo iskoristiti jeftinije i manje opasno gorivo nego što je odviše zapaljiv benzin. Stoga je odlučio da pokuša tjerati Ottov benzinski motor plinskim uljem koje se dobiva iz nafte jeftinijom preradbom. Evo što je smislio: dok se klip spušta u cilindar motora, pustit će da kroz usisni ventil ulazi samo zrak bez ulja. Dok se klip diže, tlačit će se zrak u cilindru. Od jakog sabijanja zrak će se naglo ugrijati i užariti. (Svatko tko je punio gumu na biciklu, osjetio je kako se zrak i pumpa griju pri sabijanju zraka.) U motoru će se pri sabijanju zrak toliko ugrijati da će zapaliti ulje. Ali da se ulje ne zapali prije nego što klip dođe do vrha, uštrcat će u glavu cilindra ulje tek u onom trenutku kada ono treba planuti. Svi su Dieselovi proračuni bili dobri, i sve je montirao u redu, ali ipak nije nikako mogao upaliti ulje. Mučio se, tražio je uzroke i iskušavao različite preinake, ali ulje nikako da plane. Jedne je večeri Diesel došao kući umoran i zdvojan. Mučila ga je i jaka glavobolja. Nije imao volje da sa ženom pođe u kazalište premda je ona već kupila ulaznice. Da ga malo osvježi, žena uzme kolonjsku vodu i štrcaljkom je rasprši po njegovu čelu. Diesel je bezvoljno sjedio, ali kad mu je fini mlaz kolonjske vode orosio čelo, naglo je skočio. »Dosjetio sam se, sad znam što treba uraditi!«, uzbuđeno je kliktao i hodao gore-dolje po sobi. »Takvu štrcaljku treba izraditi i raspršiti ulje u sitne kapljice, ono će sigurno planuti.« Otišao je sa ženom u kazalište, ali nije gledao predstave, nego je na poleđini programa crtao prvu sapnicu za rasprskavanje ulja. Sutradan je odmah navrh cilindra ugradio sapnicu s raspršivačem, sve je namjestio kako treba i okrenuo zamašnjak motora. Kad je stap sabio zrak i užario ga, uštrcao je kroz raspršivač oblačić ulja. Ono se zapalilo, i motor se pokrenuo. Uspio je. Izumio je motor nove vrsti.



3. takt: ekspanzija

Sisaljka uštrca ulje. Ono se zapali, eksplodira, a plinovi tjeraju klip prema dolje

4. takt: ispuh

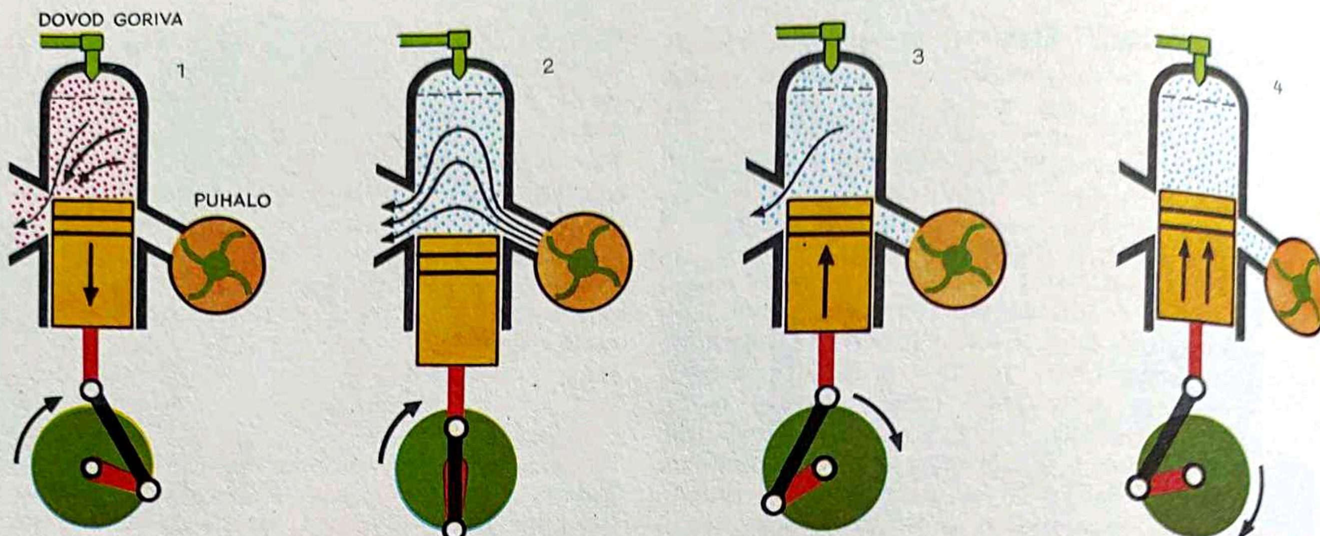
Klip se diže i kroz otvoreni ispušni ventil ispuhuje plinove izgaranja iz cilindra

Diesel je rad svoga motora prikazao 16. VI 1897. u Društvu inženjera u Kasselu, i njegovo se ime otad brzo širilo svijetom. Novi stroj dobio je ime *dizel-motor*. Slava mu je otad donosila i novac. Za američki patent dobio je milijun dolara. Ali dok je njegov motor osvajao svijet, Diesel se bavio različnim financijskim poslovima koji su mu išli vrlo loše, tako da je 1913. izgubio sav imutak i pao u dugove.

U rujnu 1913. otputovao je brodom Dresden u Veliku Britaniju. Navečer 23. IX bio je dobro raspoložen u društvu prijatelja, koji su s njim putovali u Ipswich (Ipsvič), gdje se idućih dana imala otvoriti nova tvornica dizel-motora. U 22 sata svi su pošli na spavanje. Sutradan Rudolfa Diesela više nije bilo na brodu. Tek 10. X 1913. jedan je nizozemski carinski brodić opazio leš u moru. Brodić se zaustavio i spustio čamac. Jedan mornar izvadio je iz utopljenikovih džepova nekoliko sitnica i papira iz kojih se ustanovilo da je to bio leš Rudolfa Diesela. Drži se da je Rudolf Diesel počinio samoubistvo skočivši s parobroda u more zbog dugova.

Poslije Dieselove smrti njegovi su se motori i dalje usavršavali. Danas ima mnogo različnih dizel-motora, ali se svi mogu podijeliti u dvije glavne vrsti: u dvotaktne i četverotaktne, prema tome da li rade u dva ili četiri takta.

Dizel-motori se dijele još u jednoradne, ako gorivo izgara s jedne strane stapa, i u dvoradne ako gorivo u cilindru izgara s obje strane stapa.



Dvotaktni dizel-motor. Moderni dvotaktni dizel-motor uopće nema ventila, nego su u cilindru, kod donje mrtve tačke, izrezani otvori. Kroz jedan otvor, *zračni raspor*, ulazi zrak, a kroz drugi, *ispušni raspor*, izlaze plinovi nastali izgaranjem. Na glavi cilindra ostao je samo raspršivač ulja.

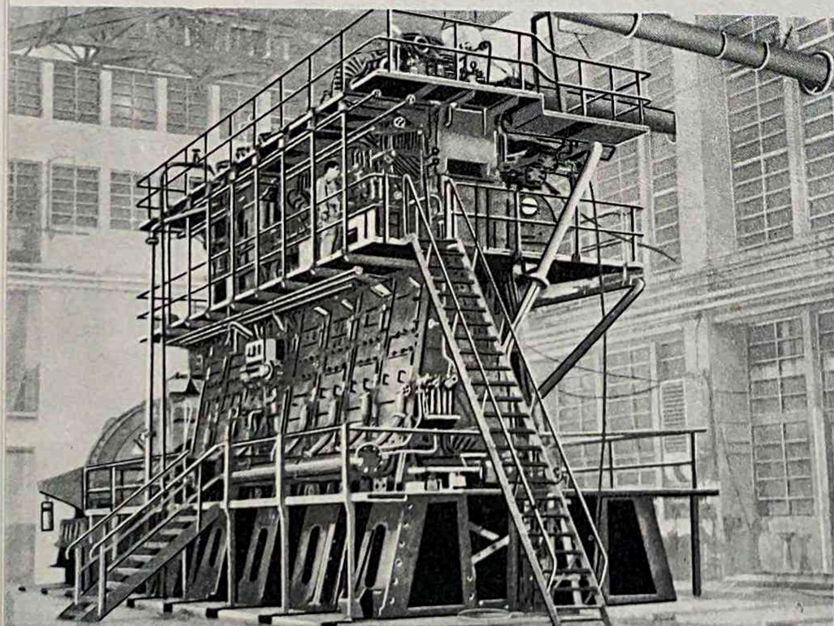
Kako dvotaktni dizel-motor uz istu sadržinu cilindara, odnosno uz istu težinu motora, daje veću snagu nego četvorotaktni, sada se moderni veliki dizel-motori za brodove, jači od 250 KS, grade samo kao dvotaktni motori.

Dizel-motori se tjeraju jeftinijim plinskim uljem. Zato se za pogon brodova, podmornica, lokomotiva, traktora, kamiona i drugih teških vozila upotrebljavaju samo dizel-motori. Troškovi su za pogon dizel-motora najmanji od svih drugih strojeva jednake snage. Njihov je jedini nedostatak što su teški. Teži su od benzinskih motora jer cilindri i klipovi moraju biti debeli i jaki kako bi izdržali vrlo snažno sabijanje zraka. To je i razlog da se dizel-motori ne mogu upotrijebiti na avionima, helikopterima, motociklima i vozilima koja moraju biti laka. Na brodovima i lokomotivama težina dizel-motora nije na smetnju; ponekad je i korisna: na brodu da poveća stabilnost, a na lokomotivi da pojača trenje kotača o tračnice.

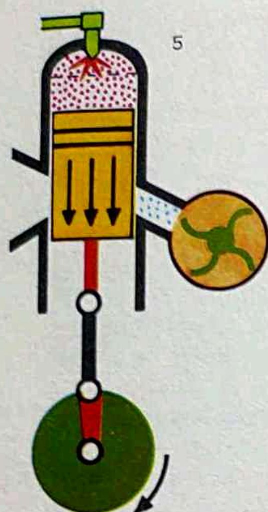
Dijelovi brodskog dizel-motora. Brodski motori moraju raditi što jednoličnije jer bi od njihova trzanja titrao elastični brodski trup. Motor radi jednolično ako ima više cilindara. Stoga se na trgovačke brodove ugrađuju motori od 6 do 12 cilindara koji su poredani u jednom redu, a na ratne brodove i motori sa 16 do 24 cilindra koji su smješteni u dva reda u obliku slova V. U najnovije vrijeme grade se i za trgovačke brodove dizel-motori sa 48 cilindara koji su rastavljeni u grupe od 6 motora po 8 cilindara, ali svi oni okreću zajedničku osovinu.

Cilindri. Cilindar je valjak u koji je umetnuta podeblja cijev, *košuljica*, od lijevana željeza koja je s unutrašnje strane glatko izbrušena. U njoj se giba *klip* gore-dolje. U manjim motorima svi su cilindri izljeveni od jednog komada u kojemu su provrtane okrugle rupe za košuljice. Na velikim motorima cilindri su spojeni vijcima u *cilindarski blok*. U *plaštevima* svih cilindara nalaze se kanali kroz koje struji morska ili slatka voda za hlađenje. Cilindri stoje na *stalcima* koji su pričvršćeni na *temeljnu ploču*.

Cilindri motora s najvećom snagom imaju promjer i do 100 mm. Međutim, snaga motora zavisi i o brzini kojom motor okreće osovinu. Veliki dizel-motori, koji tjeraju osovinu izravno bez prenosnika, okreću se sa 100—225 okretaja u min., jer je ta brzina najpogodnija za vijak. Manji motori rade sa 150—400 okretaja, ali ako je između njih i osovine umetnut zupčasti ili električni prenosnik, okreću se i do 750 okretaja u min.



Dvotaktni dizel-motor od 5750 KS za prekooceanski teretni brod izrađen u strojogradevnoj radionici brodogradilišta »Uljanik«



RAD DVOTAKTNOG DIZEL-MOTORA

Prvi takt: spuštanje klipa.
1. Klip je na vrhu cilindra u gornjoj mrtvoj tački. Zrak se užario od sabijanja; 2. Sisaljka je uštrcala gorivo i ulje se zapalilo. Vrući plinovi potiskuju klip prema dolje; 3. Klip se spušta i otvara sa strane ispušni raspor. Iz cilindra izlaze plinovi izgaranja. Klip zatim otvara i zračni raspor, pa svjež zrak iz puhala propuše cilindar, izbaci ostatke vrućih plinova, malo ohladi unutrašnjost cilindra i ispuni ga svježim zrakom

Drugi takt: dizanje klipa.
4. Klip se diže. Zatvori najprije zračni raspor, a zatim i ispušni raspor pa sabija svježi zrak koji je ostao zatvoren u cilindru. 5. Stlačeni se zrak grije sve dok se toliko ne užari, da se ponovno može upaliti ulje što ga uštrca sisaljka

U četverotaktnu dizel-motoru samo je svaki četvrti takt radni takt. U težnji da se poveća snaga, gradili su se neko vrijeme *dvoradni dizel-motori* u kojima je gorivo izgaralo iznad i ispod stapa. Gorivo i zrak uvodili su se naizmjence u prostor iznad i ispod stapa tako da su i radne sile naizmjence potiskivale stap nadolje sa jedne strane i podizale ga sa druge strane. Zbog složene gradnje prestali su se izrađivati dvoradni dizel-motori oko 1950. Danas se za velike brodove grade samo dvotaktni jednoradni dizel-motori.

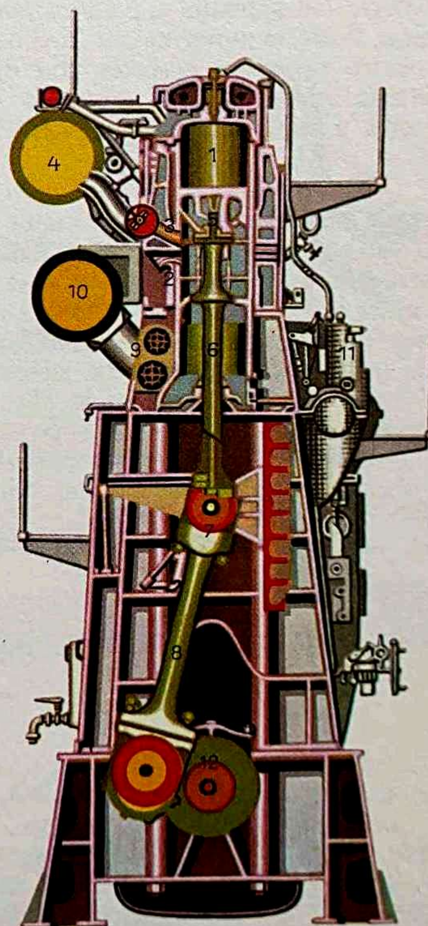
Cilindri su odozgo zatvoreni poklopcima, a odozdo su otvoreni. Na svakom poklopcu su otvori za *raspršivač goriva*, *ventil zraka za upućivanje* motora i *sigurnosni ventil*. Kroz prvi ventil uštrcava se plinsko ulje, kroz drugi ventil stlačen zrak iz boca kad se upućuje motor, a treći ventil štiti cilindar protiv previsokih tlakova. U četverotaktnu motoru mora biti još usisni ventil za zrak i ispušni ventil za ispušne plinove.

Klip je u velikim cilindrima sastavljen od dva dijela. Glava je od čelika, a donji dio od lijevana željeza. Oko gornjeg dijela su prsteni koji sprečavaju da vrući plinovi ne prođu pokraj klipa nadolje. Oko donjeg dijela su drugi prsteni koji stružu ulje s košuljice i sprečavaju da ono ne prolazi u prostor za izgaranje iznad klipa.

Dizanje i spuštanje klipa u cilindru prenosi *stapajica* na *križnu glavu*, koja klizi gore-dolje po *kliznoj stazi*. Gibanje križne glave prenosi *ojnica* i okreće *koljenčastu osovinu* motora. Prema tome, ojnica pretvara ravno gibanje stapajice u kružno gibanje koljenčaste osovine. Sve su ojnice gibljivo spojene s koljenima i okreću koljenčastu osovinu.

Uređaj za gorivo. Gorivo (plinsko ulje i teška ulja) uštrcavaju u cilindre posebne *sisaljke za gorivo*. To su klipne sisaljke koje tjeraju plinsko ulje u raspršivač pod tlakom od oko 300 kg na cm², a teška ulja i do 600 kg na cm². Snaga motora (brzina okretanja) regulira se količinom goriva koju sisaljka uštrcava u cilindar. Dakle, o radu sisaljke za gorivo zavisi hoće li se motor okretati punom snagom ili polagano. Gorivo iz sisaljke odlazi u *raspršivače* koji imaju u sebi mnogo rupica s promjerom od 0,2 do 0,8 mm. Tu se rasprskava u sitne kapljice koje imaju veoma veliku površinu tako da se plinsko ulje u vrućem zraku brzo ispari, zapali i izgori.

Puhalo. Količina goriva koja može izgorjeti u cilindru zavisi o količini zraka u cilindru u trenutku kad se gorivo uštrca. Ako motor sam usisava gorivo kad se klip spušta, u cilindru je količina zraka manja nego ako se zrak dovodi izvana nekom sisaljkom. Za tu svrhu upotrebljava se tzv. puhalo koje siše zrak iz atmosfere i tlači ga u cilindar. Puhalom se stlači i do 50% više zraka, pa se u cilindar može uštrcati i više goriva, te se tako dobije gotovo 35 do 45% više snage. Ovakvi motori zovu se *motori s nabijanjem*. Puhalo je najčešće na turbinski pogon i zove se *turbopuhalo*. Ono je sastavljeno od turbine i ventilatora. Turbinu tjeraju ispušni plinovi što izlaze iz motora, a ona okreće ventilator (puhalo) koji tjera zrak u cilindar.



Dvotaktni jednoradni brodski dizel-motor tipa MAN sa zračnim ispiranjem. 1. cilindar; 2. raspori zraka za ispiranje; 3. ispušni raspori; 4. sabirna ispušna cijev; 5. klip; 6. stapajica; 7. križna glava; 8. ojnica; 9. zračna sisaljka; 10. rezervoar zraka za ispiranje; 11. sisaljka za gorivo; 12. koljenčasta osovina (za nju je pričvršćena odrivna osovina s osovinskim vodom i osovinom brodskog vijka)

Hlađenje motora. Dijelovi koji miruju, tj. cilindri i njihovi poklopci, hlade se vodom koju rashladna sisaljka tjera kroz sve kanale. Ako se za hlađenje upotrebljava morska voda, izlazna temperatura vode mora biti manja od 50° da se na vrućim dijelovima oko prostora za izgaranje ne talože soli. Sisaljka crpe morsku vodu na brodskom dnu, tjera je kroz plašteve i poklopce svih cilindara i izbacuje je natrag u more.

Unutrašnjost cilindra hladi se i zrakom kojim se propuše čitav prostor iznad klipa kad su otvoreni usisni i ispušni ventili.

Upućivanje motora. Brodski motori se upućuju stlačenim zrakom iz boca koji se pusti u cilindar kroz ventil za upućivanje pod tlakom od 10 do 30 kg po cm^2. Zrak se pušta u početku samo u onaj cilindar u kojemu je klip prešao najviši položaj (gornju mrtvu tačku) i tada potisne klip kao što u parostroju to čini para. Ali dovod se mora prekinuti prije nego se otvori ispušni ventil. Međutim, zrak ulazi u drugi cilindar u kojemu je klip prešao gornju mrtvu tačku, poslije toga ulazi u treći cilindar itd. Ventili za upućivanje otvaraju se i zatvaraju sami s pomoću *pneumatskog uređaja*. Pošto se motor nakon 2—3 okretaja uputi i okreće priličnom brzinom pod djelovanjem stlačena zraka, zrak se zatvori a uključi dovod goriva u cilindre, i motor proradi tjeran gorivom.

Prekretanje motora. Prekrenuti motor znači preinačiti mu djelovanje tako da se okreće na suprotnu stranu. Za brodske motore to je važno jer brod mora voziti naprijed i krmom. Da bi se takav *prekretni motor* nakon zaustavljanja mogao okretati u protivnom smjeru, treba stlačen zrak pustiti u onaj cilindar u kojemu je klip ispred gornje mrtve tačke. Zrak će taj klip potisnuti unatrag, i motor se onda okreće u protivnom smjeru. Kako se motor okreće u obratnom smjeru, treba uštrcavati gorivo u cilindre drugim redoslijedom. I otvaranje ventila treba izmijeniti prema potrebama novog smjera. To se obavlja zakretanjem *razvodne* (*grebenaste*) *osovine* za određeni kut unatrag, ili se, npr. u četverotaktnu motoru, potisne grebenasta osovina da ispod podizača ventila dođu drugi grebeni koji služe za hod motora krmom.

Na manjim brodovima motori nisu prekretni, nego se prekreću krila vijka tako da vijak više ne potiskuje brod naprijed, nego ga vuče natrag, iako se motor i vijak okreću uvijek u istom smjeru.

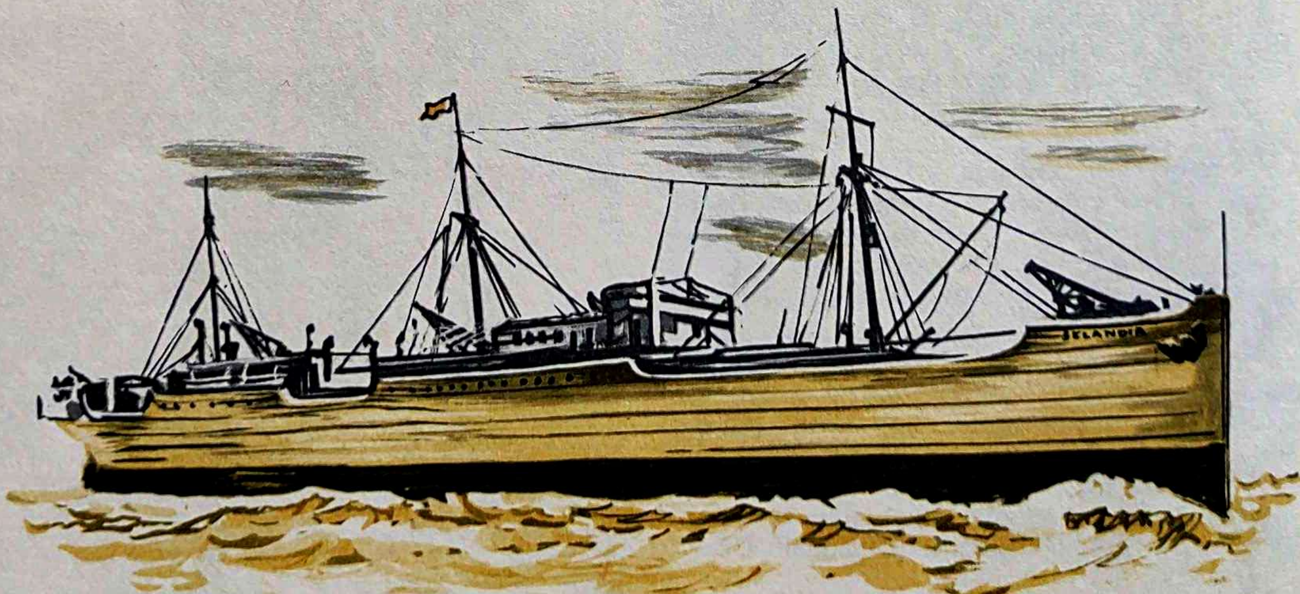
Na još manjim brodićima i motornim čamcima umeće se između koljenčaste osovine motora i osovine vijka *prenosnik s mjenjačem*. Kad se ukopča posebni zupčanik u mjenjaču, osovina vijka okreće se u protivnom smjeru od osovine motora. Tako se i vijak okreće u protivnom smjeru i vuče brod krmom.

Brodovi s dizel-električnim pogonom nemaju prekretne motore. Dizel-motori se okreću uvijek u istom smjeru i proizvode električnu energiju, a osovina vijka se okreće u jednom ili u drugom smjeru kako se prekreću polovi na uputniku pogonskog elektromotora.

Kako se naglo razvijao dizel-motorni pogon, najbolje pokazuje odnos tonaže između parnih brodova sa stapnim strojevima i motornih brodova

Sada se izrađuju dizel-motori i sa više od 20 000 KS, tj. sa više od 2600 KS po jednom cilindru, pa se već grade s motornim pogonom i veliki tankeri, koje su dosad tjerale turbine.

Ipak najveći tankeri i prekoatlantski putnički brodovi još uvijek imaju parni turbinski pogon sa 50 000—180 000 KS, jer takvu snagu dizel-motori još nisu dostigli. Prema tome, danas se najviše grade dizel-motorni i parni turbinski brodovi, a parobrodi sa stapnim parnim strojevima polagano nestaju.



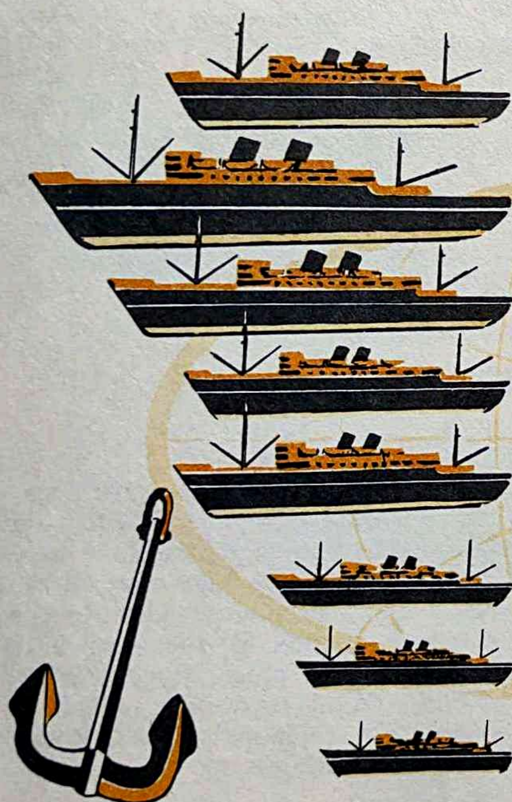
MOTORNI BRODOVI

Čim su se pojavili dizel-motori, odmah su admiraliteti mnogih država shvatili da su oni pogodni za podmornice, koje su se dotad tjerale benzinskim motorima uz opasnost požara i trovanja posada od benzinskih plinova. Već 1908. gradile su se podmornice samo s dizel-motornim pogonom. Od trgovačkih brodova prvi je dobio dizel-motore nizozemski jedrenjak *San Antonio* od 1100 BRT, na kome je 1911. ugrađen takav motor umjesto dotadašnjeg parnog stroja. Poslije godinu dana sagrađen je u Københavnu u Danskoj prvi motorni brod *Selandia* (Zelandija), koji se doimao neobično jer nije imao dimnjaka.

Između 1920. i 1939. uvedeni su dizel-motori i na prekooceanske putničke brodove, a u ratnoj mornarici na lake krstarice koje su bile namijenjene za rat protiv trgovačkih brodova. One su imale dvostruk pogon: 2 parne turbine za brzu vožnju i 2—4 dizel-motora od 1000 do 3100 KS za dugo krstarenje na oceanskoj pučini kad bi se obustavio parni pogon zbog štednje ugljena. Godine 1931. porinut je u Njemačkoj u more bojni brod *Deutschland* (Dojčland) do 10 000 t, koji je imao samo 8 dvotaktnih dizel-motora sa 9 cilindara. Taj je brod imao samo motorni pogon, bez turbina, jer je i on bio predviđen za gusarski rat protiv trgovačkih brodova. Kako dizel-motorni pogon troši malo goriva, takvi su moderni gusari mogli dugo krstariti oceanima.

PAROBRODI SA STAPNIM PAROSTROJEM U BRT

1970. ukupno 15 milijuna BRT



1914

1923

1925

1939

1949

1961

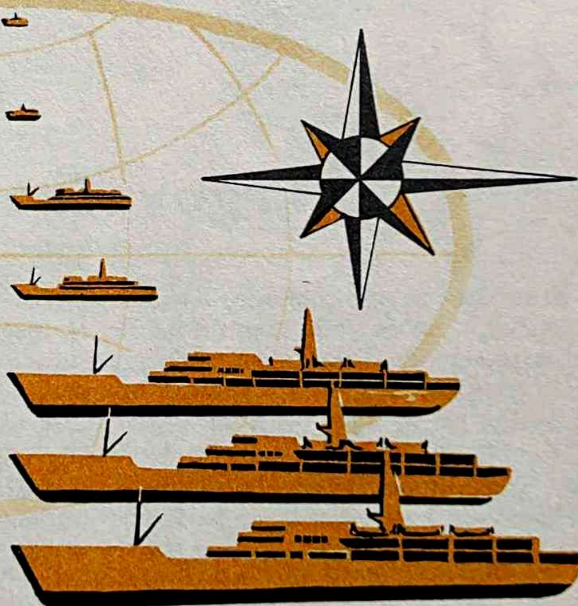
1962

1963

Sada se sve više grade dizel-motorni i parni turbinski brodovi, a sve manje parobrodi sa stapnim parostrojem. Lijeva strana dijagrama pokazuje opadanje bruto-registarske tonaže parobroda sa stapnim parostrojem, a desna strana porast bruto-registarske tonaže dizel-motornih brodova u svjetskoj bruto-registarskoj tonaži

DIZEL-MOTORNI BRODOVI U BRT

1970. ukupno 130 milijuna BRT



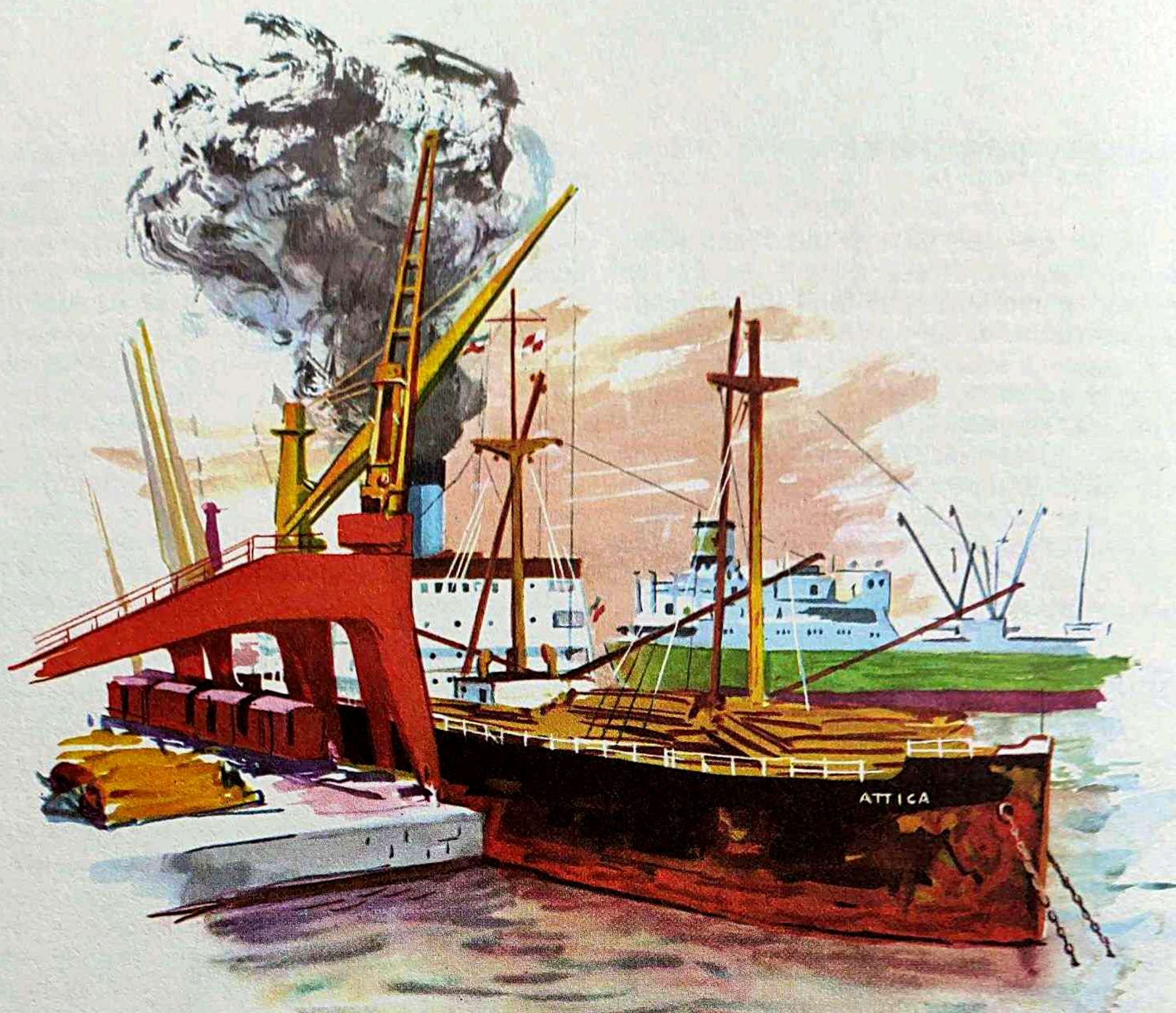
Ispušni plinovi vodili su se dugim cijevima do kraja trupa i izlazili su u atmosferu iz krme.

Poslije toga se nije izgradilo mnogo motornih trgovačkih brodova jer je gradnja 1914. obustavljena zbog rata. Na ratnim brodovima, izuzevši podmornice, dizel-motori se tada još nisu mogli upotrijebiti jer su bili slabi i nisu mogli tjerati ratne brodove tako velikim brzinama kao parne turbine. Međutim, ogorčeni podmornički rat, kad se užurbano gradilo u svijetu na stotine podmornica, ubrzao je i razvoj dizel-motora.

Prvi prekooceanski dizel-motorni brod »Selandia« iz 1912.

Poslije drugoga svjetskog rata grade se u velikoj većini motorni brodovi, a najmanje parobrodi sa stapnim strojevima. Dizel-motor je posve potisnuo i jedrenjake, pa sada i na malim obalnim drvenim brodovima jedro služi kao pomoćno sredstvo, a dizel-motor je postao glavno pogonsko sredstvo.

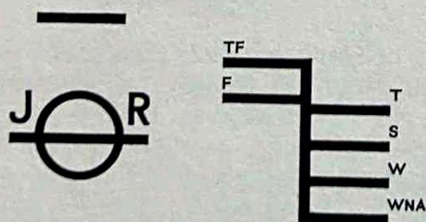
U motorne brodove ubrajaju se i oni s pogonom na plinske turbine, kojih ima još malo, ali i golem broj motornih čamaca s benzinskim motorima.



Trgovačka mornarica

Kao što je već opisano, veličina broda se označuje težinom vode koju on istisne, tj. njegovom istisninom. Tako se označuju ratni brodovi. Međutim, za trgovačke brodove ta mjera nije pogodna jer ne označuje koliko brod može ukrcati robe ili putnika. Stoga se kod njih radije upotrebljavaju druge mjere: nosivost i registarska tonaža.

Nosivost broda je težina tereta što ga brod može ukrcati a da ne utone preko određene vodene linije.

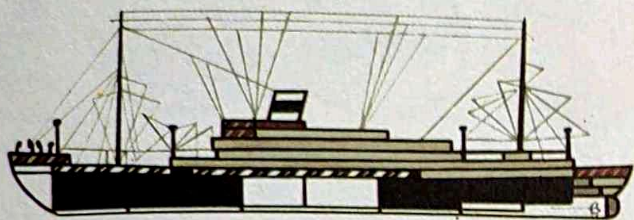


Oznake nadvođa. Gore: oznaka glavne palube. Dolje: JR = Jugoslavenski registar. Desno: TF = Tropical fresh water (tropikel freš voter), tropska slatka voda; F = Fresh water, slatka voda; T = Tropical water, tropska voda; S = Summer (samer), ljeto; W = Winter (uinter), zima; WNA = Winter North Atlantic (uinter nort Etlentik), zima na sjevernom Atlantiku

Brod u slatkoj vodi uvijek više utone nego u moru. Stoga se u brod koji pluta u slatkoj vodi može ukrcati onoliko manje tereta kolika je razlika u težini između jednakog volumena slatke i morske vode. Najniža propisana vodena linija za zloglasni sjeverni Atlantik je zimi kad u tim predjelima bjesne žestoke oluje. Drugim riječima, zimi za sjeverni Atlantik brod smije ukrcati najmanje tereta da bi najmanje utonuo. Zato je vodena linija WNA najniža.

Registarska tonaža je zapremina (volumen) broda. Razlikuje se *bruto-registarska tonaža* (kratica BRT), tj. zapremina čitavog zatvorenog brodskog prostora i *neto-registarska tonaža* (kratica NRT), tj. zapremina samo onog prostora koji se može iskoristiti za prijevoz tereta i putnika. Registarske tonaže su stalne veličine, te ne zavise o vrsti tereta ni o vodi u kojoj brod plovi, pa se upotrebljavaju za usporedbu veličine brodova i za plaćanje lučkih, tegljačkih i kanalskih pristojbi.

Jedinica za mjerenje brodske zapremine jest 1 registarska tona (100 kubnih engleskih stopa), što iznosi 2,83 m³. Prema tome, na brodu od 10 000 BRT čitav zatvoreni prostor ima 28 300 m³.



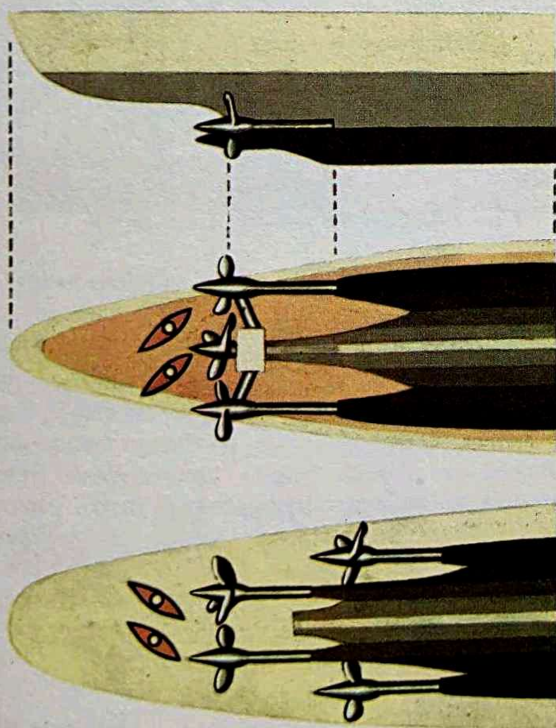
Bruto (crno, prugasto i zeleno) i neto (crno) registarska tonaža

Podjela trgovačkih brodova. Moderne trgovačke brodove možemo podijeliti po vrsti pogona, vrsti porivnog sredstva i po svrsi za koju su građeni.

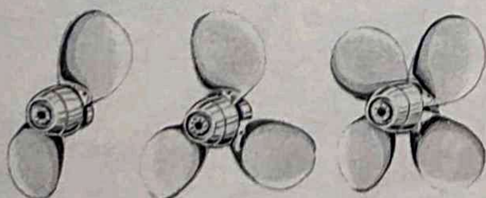
Prema pogonskom uređaju razlikuju se tri velike skupine: parobrodi, motorni brodovi i jedrenjaci.

Prema vrsti porivnog sredstva (propelera) razlikuju se:

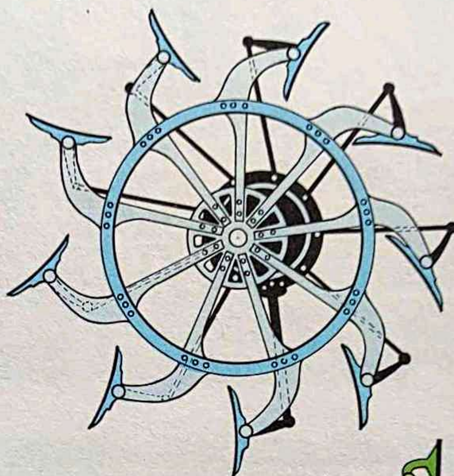
Brodovi s vijkom, koji mogu imati 1, 2, 3 ili 4 vijka. Na brodu sa 2 ili 4 vijka desni se vijci okreću nadesno, a lijevi nalijevo. Svaki vijak može imati dva, tri ili četiri krila.

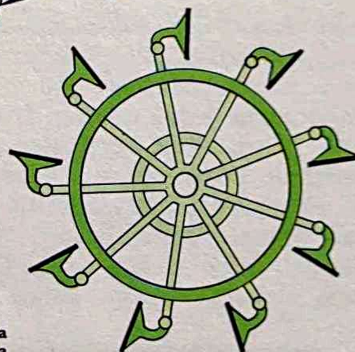


Gore: brod s dva, sa tri i četiri vijka. Dolje: dvokrilni, trokrilni i četverokrilni brodski vijak



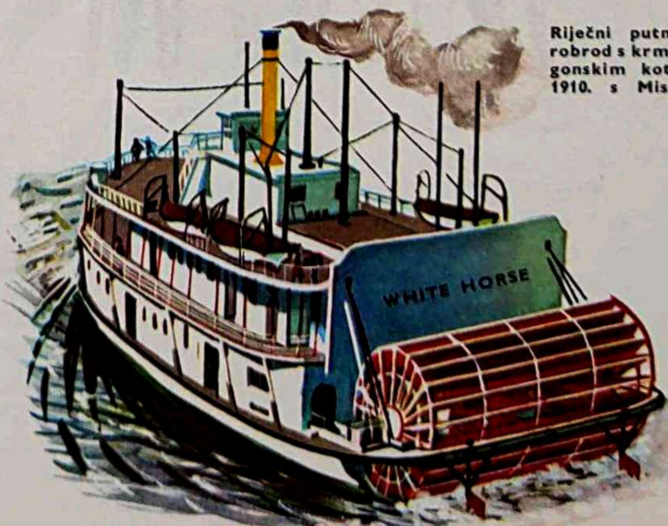
Brodovi s bočnim kotačima imaju dva kotača, po jedan na svakom boku. Spori teretni parobrodi imaju na kotačima negibljive lopate, a brzi parobrodi, kojima se kotači vrlo brzo okreću, imaju gibljive lopate. One se pri okretanju gibaju oko zglobova tako da ulaze u vodu gotovo u okomitu položaju. Gibljive su lopate bolje jer ne udaraju po vodi; lupanje smanjuje korisnu snagu stroja.





Brodski bočni kotač
Gore: s gibljivim lopatama
Dolje: sa čvrstim lopatama

Brodovi s krmenim kotačem upotrebljavaju se u vrlo plitkim vodama i u kanalima s vrlo uskim ustavama. Kotač je širok kao brod, pa iako pliće grabi vodu, daje gotovo jednaku porivnu (potisnu) snagu kao dva bočna kotača. Kako sa strane takvi brodovi nemaju *izboke* (bubnjeve) u kojima se okreću bočni kotači, trup im je mnogo uži i može proći kroz uske kanalske ustave.

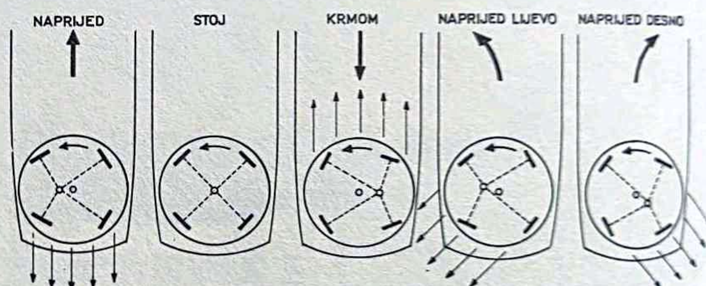


Riječni putnički parobrod s krmenim pogonskim kotačem iz 1910. s Mississippija

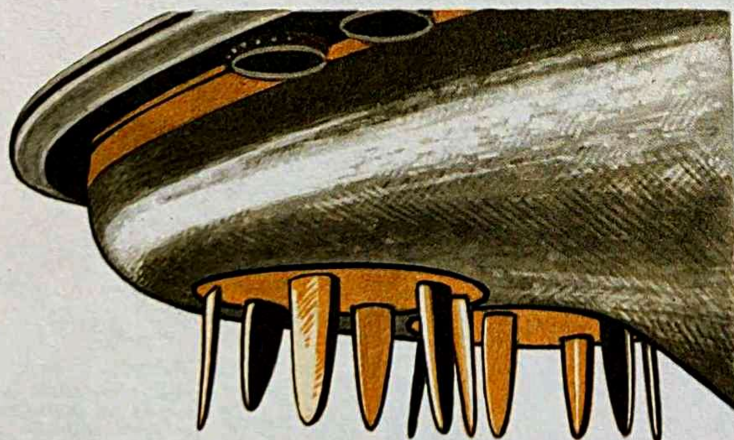




Brodovi s Voigt-Schneiderovim porivnjakom (propelerom) imaju dva propelera koji se sastoje od dvije vodoravne ploče što se okreću suprotnim smjerovima (jedna udesno, druga ulijevo). Iz ploča strše prema dolje vertikalne gibljive peraje koje potiskuju vodu natrag a brod naprijed. Peraje se pri okretanju ploča gibaju tako da u pola kruga, kad se kreću prema natrag, stoje poprijeko i potiskuju vodu, a kad se kreću prema naprijed, stoje uzdužno i samo sijeku vodu.



Djelovanje Voigt-Schneiderova porivnjaka na brod



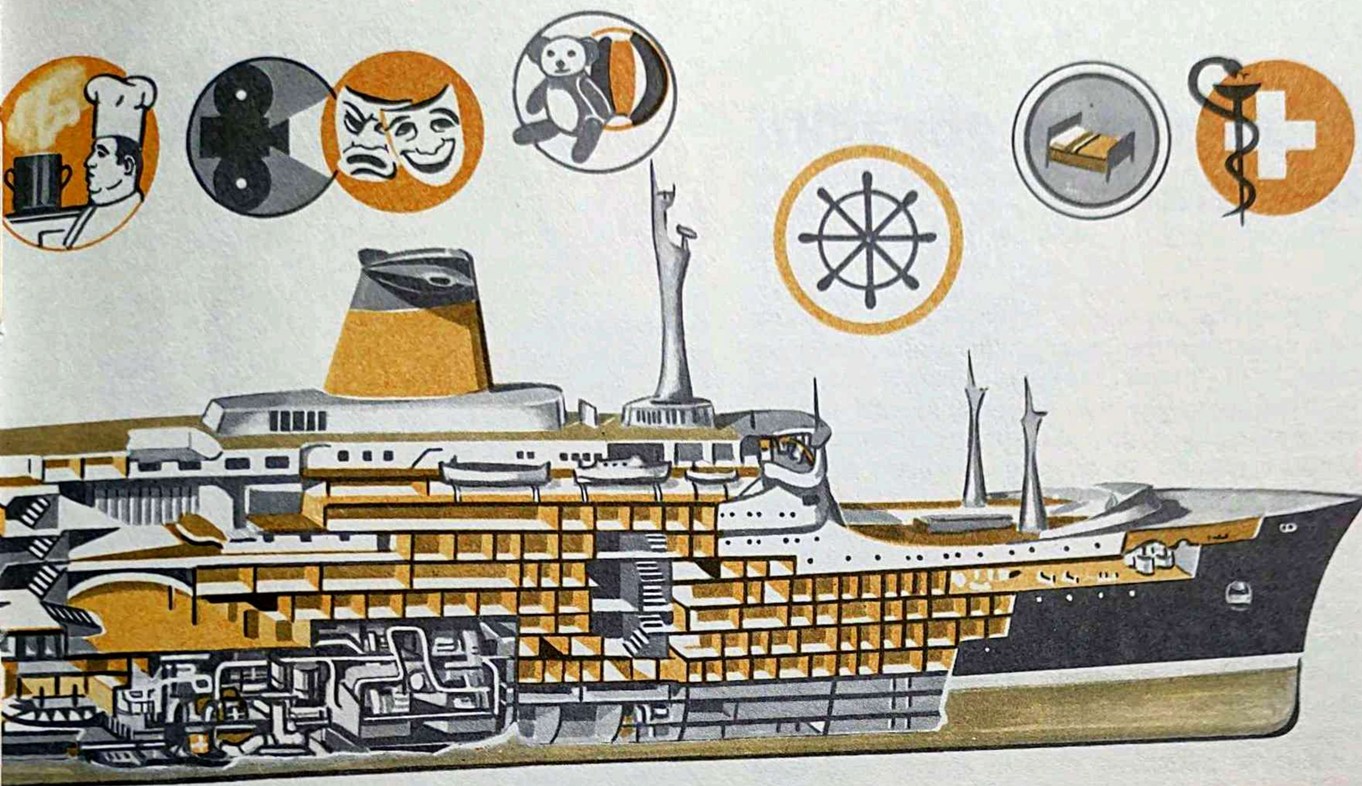
Brodska krma sa dva Voigt-Schneiderova porivnjaka

Brodovi s ovakvim propelerima upotrebljavaju se u mirnim vodama (u lukama i jezerima) jer bi na valovima ploče izlazile iz vode. Prednost je ovakvih propelera da bolje potiskuju brod nego vijci, a zakretanjem perajica brod može ploviti naprijed i natrag i okretati se na mjestu. Brodovi s ovakvim propelerom nemaju krmila jer im ono nije potrebno.

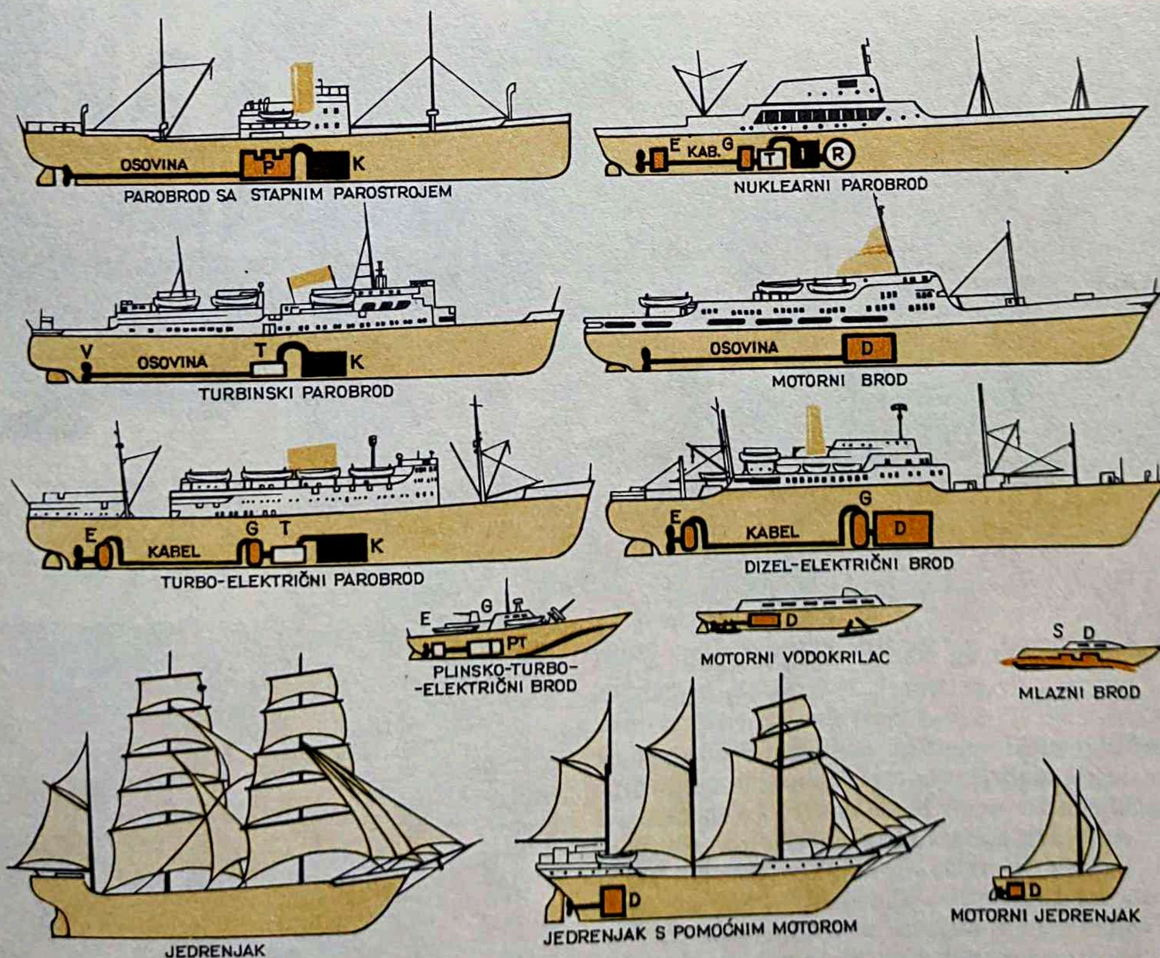
Brodovi na mlazni pogon imaju jaku sisaljku koja usisava vodu i na krmi je velikom snagom potiskuje i izbacuje prema natrag. Reakcija snažnog vodenog mlaza potiskuje brod naprijed. Zasad se mlazni pogon upotrebljava samo na malim motornim čamcima koji mogu ploviti posve plitkim močvarama, punim šaša i trava, bez opasnosti da će im se trave omotati oko vijka. Velikom brzinom mogu ploviti uz brzice i uz bukove divljih rijeka, gdje se čamac ne može tjerati ni propelerom ni kotačima.

Čamac na mlazni pogon





Francuski prekoatlantski brzi putnički turbinski parobrod »France« najmoderniji je i najduži brod na svijetu. Karakteristike su mu: 66 000 BRT; dužina 315,6 m; širina 33,7 m; visina do vrha dimnjaka 54,4 m; gaz 10,5 m. Trup je pregrađen u 15 nepropusnih prostora. Para iz 8 vodocijevnih kotlova s loženjem na ulje tjera 4 parne turbine i 4 vijka snagom od 160 000 KS. Brod plovi putnom brzinom od 31 čv i prevozi 2040 putnika. Dva para podvodnih stabilizatora prigušuju ljuljanje na valovima i brod se u oluji nagiba najviše 2° od vertikale



Podjela brodova po vrsti pogona i vrsti porivnog sredstva: D dizel-motor, E elektromotor, G generator električne energije, I izmjenjivač topline, K parni kotao, P stapni parostroj, PT plinska turbina, R nuklearni reaktor, T parna turbina

Moderna trgovačka mornarica



Trgovačka mornarica obuhvaća sve brodove koji su namijenjeni za privredne svrhe, dakle sve putničke i teretne brodove, ribarske brodove, brodove za spasavanje, tegljenje, gašenje požara, ledolomce itd. Trgovački brodovi prevoze robu, poštu i putnike te povezuju različne narode i krajeve u trgovačkom i kulturnom pogledu.

Do 1929, kad je sklopljena međunarodna konvencija o sigurnosti života na moru, nije u pravnom pogledu bila utvrđena razlika između putničkih i teretnih brodova. Sada se putničkim brodom smatra svaki brod koji prevozi više od 12 putnika. Konvencijom je to određeno zato, da bi se i na teretne brodove koji prevoze putnike primijenila stroža pravila za sigurnost putnika. Obično se putničkim brodom smatra onaj brod koji prevozi putnike, iako ima i skladišta za manju količinu tereta, osobito za automobile što ih putnici danas sve više voze sa sobom.

Putnički brodovi

Putnički brodovi dijele se na najveće prekoatlantske brodove (transatlantike), na velike, srednje i male putničke brodove, putničko-teretne brodove, brodove za prijevoz kola i vlakova, hidrobuse i vodokrilce

Prekoatlantski putnički brodovi (transatlantici) su najveći i najbrži, i oni plove najvažnijom prugom između Evrope i New Yorka. To su brodovi koji su se među sobom takmičili za Modru vrpcu. Ali otkad su se od 1950. u takmičenje umiješali i avioni, više se od transatlantika ne zahtijeva povećanje brzine, nego se traži sigurnost i udobnost na putovanju, u čemu se avioni ne mogu mjeriti s njima.

Sada je najmoderniji transatlantik na svijetu francuski brod *France*, koji je na prvo putovanje krenuo 3. II 1962. Na pokusnoj vožnji dostigao je brzinu od 35,2 čv. Put iz Le Havrea do New Yorka s pristajanjem i zadržavanjem u Southamptonu (Sautemptnu) prevaljuje u 5 dana.

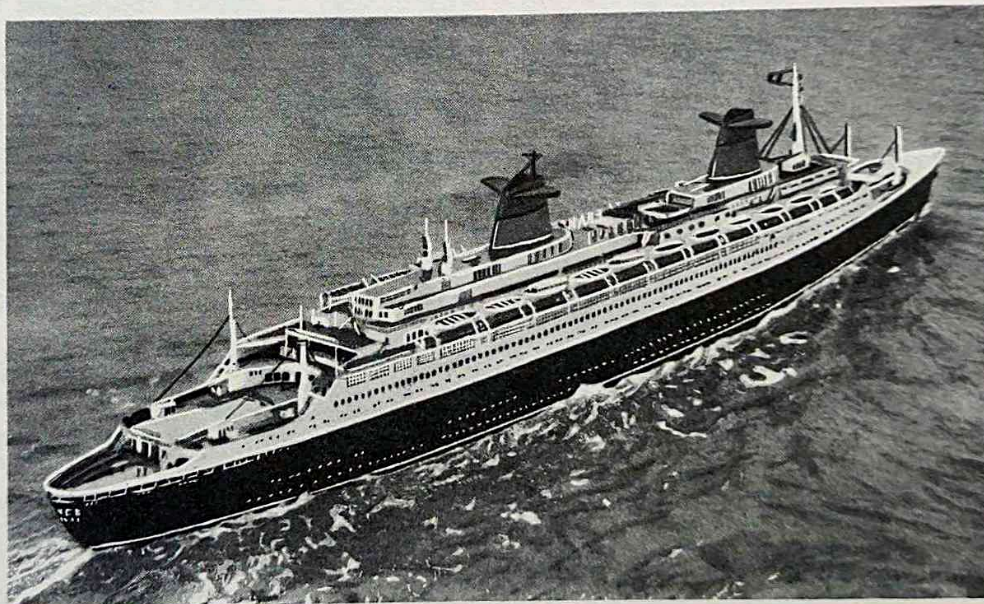
Karakteristike ovoga broda jesu: istisnina 55 000 t, dužina 315,6, širina 33,7, visina do vrha dimnjaka 54,4 m, gaz 10,5 m, nosivost 13 000 t,

bruto-tonaža 66 000 BRT. Po istisnini France je najveći, istodobno i najduži putnički brod na svijetu. Sadržina skladišta i međupalublja iznosi 6600 m³. Trup mu je pregrađen u 15 nepropusnih prostora prosječne dužine od 20 m. Kotlovi i turbine podijeljeni su u dva potpuno odvojena dijela, međusobno toliko razmaknuta, da se u slučaju oštećenja mogu i tri najveće prostorije naplaviti vodom a da France i dalje vozi sa pola cjelokupne snage. Pogonski uređaj sastoji se od 8 vodocijevnih kotlova, koji se lože uljem za loženje (pritisak 71,5 atmosfera pri temperaturi od 490°), od 4 turbine i 4 vijka s ukupnom snagom od 160 000 KS. Brod plovi putnom brzinom od 31 čv.

Brod ima 961 kabinu, koje mogu primiti 2040 putnika, i to 385 putnika prvoga i 1655 putnika turističkog razreda. Prema potrebi 125 kabina mogu se urediti i za putnike prvoga i za putnike turističkog razreda. Iz svake kabine prvog razreda može se razgovarati preko brodske telefonske centrale s američkim i evropskim gradovima. Sve prostorije za putnike i za 1038 članova posade imaju uređaj za *klimatizaciju*, tj. zimi se griju, a ljeti hlade do željene temperature. France je prvi brod koji ima sa svake strane po dvije ostakljene šetne palube, jednu iznad druge, duge 110 m, po jednu za svaki razred. Prostorije su raspoređene da i turisti mogu ulaziti od pramca do krme u velike dvorane a da se ipak ne susreću s putnicima 1. razreda i ne osjete se sputani i zapostavljeni. Brod ima najveću kino-dvoranu na Atlantiku sa 664 sjedišta. Putnici 1. razreda dolaze u kino na balkon, a turističkog razreda u parter. Na brodu su saloni za pušenje, ples, šah, pisanje pisama, za društvene igre, zatim čitaonice, koncertne dvorane, barovi, knjižnica s knjigama u 12 jezika, razglasna postaja za koncerte (zabavne i klasične muzike) za novinske vijesti, televizijski studio koji prenosi francuske, britanske i američke programe, a nasred oceana i svoje programe s broda. Svaki putnik na pritisak dugmeta može slušati zabavnu ili klasičnu muziku ili vijesti. Na brodu su pošta, telefon i telegraf, brodska štamparija koja izdaje svakog dana jutarnji list u 2000 primjeraka, velika dvokatna trgovina pomodne robe, prodavaonica bombona, zlatarija, brijačnica, češljaonica za žene, papirnica itd.

Za sigurnost plovidbe brod ima najmodernije sprave: radare, radiogoniometre, automate za dozivanje pomoći, ultrazvučne dubinomjere, brzinomjere, daljinomjere, sprave za otkrivanje i dojavljivanje požara itd. France se vrlo rijetko i neosjetno ljulja na valovima (samo 2° od vertikale), jer ima *ljuljne kobilice* i dva para *stabilizatora*, podvodnih krila koja prigušuju ljuljanje. I dimnjaci su izrađeni s krilima da se dim i čađa ne spuštaju na palubu, nego da prelaze preko bokova u more.

Ugostiteljski dio broda je izvrsno uređen. U blagovaonici 1. razreda sa 700 m² površine jede istodobno 416 putnika, a u turističkoj sa 900 m² jede u prizemlju 630 gostiju, a u prvom katu



Na parobrodu »France« dim se iz kotlova i dimnjaka pušta kroz krila u zavjetrini tako da čađa nikad ne pada na palubu i ne smeta putnicima na gornjoj palubi



Parobrod »France« ima najveću kino-dvoranu na Atlantiku, u kojoj ima mjesta za 664 gledaoca. Putnici 1. razreda dolaze u kino na balkon, a putnici turističkog razreda odvojeno od njih u parter

I slike su naslikane na aluminijskim pločama. Brod France je neupaljiv!

Za putnike koji ne vole zatvorene prostorije nalaze se između dimnjaka na najvišoj palubi kabine s »dvorištem«, gdje se putnici mogu sunčati ili u miru promatrati zvjezdano nebo. Kabine imaju vruću i hladnu vodu, a u kupaonici na pritisak dugmeta izlazi iz zida najlonsko uže i puhalo vrućeg zraka za sušenje ručnika i sitnih odjevnih predmeta. Uz ogledalo je električni utikač za brijaće aparate. Na brodu su i garaže za automobile, sa servisom gdje se automobili peru, podmazuju i dotjeruju kako bi nakon iskrcanja mogli odmah nastaviti putovanje.

Za dojenčad postoje higijenske jaslice s izvježbanim njegovateljicama, a za djecu dvorane za igru, kino i kazalište lutaka. Za dječake i djevojke od 14 do 18 godina na brodu su klupske prostorije s različnim igrama, električnim biljarom, ping-pongom, loptama; može se i plesati uz glazbu iz automata. Tu se nalazi i omladinski bar s kolačima, sladoledom, kremama i voćnim sokovima. Nisu zaboravljene ni kabine za pse i mačke. Na brodu su dvije dvorane za gimnastiku sa svim modernim spravama; bolnica od 500 m^2 sa pet odjela i zubarska ordinacija. S krmenih veranda iza kavane 1. razreda, koja je visoka kao dva kata i pokrivena kupolom od 186 m^2 i iza golemog salona turističkog razreda koji može primiti tisuću osoba, pruža se prekrasan pogled na ocean.

Tehnička služba počela je izrađivati planove za ovaj brod 1952; on se počeo graditi 1957, a dovršen je i porinut u more 11. V 1960.

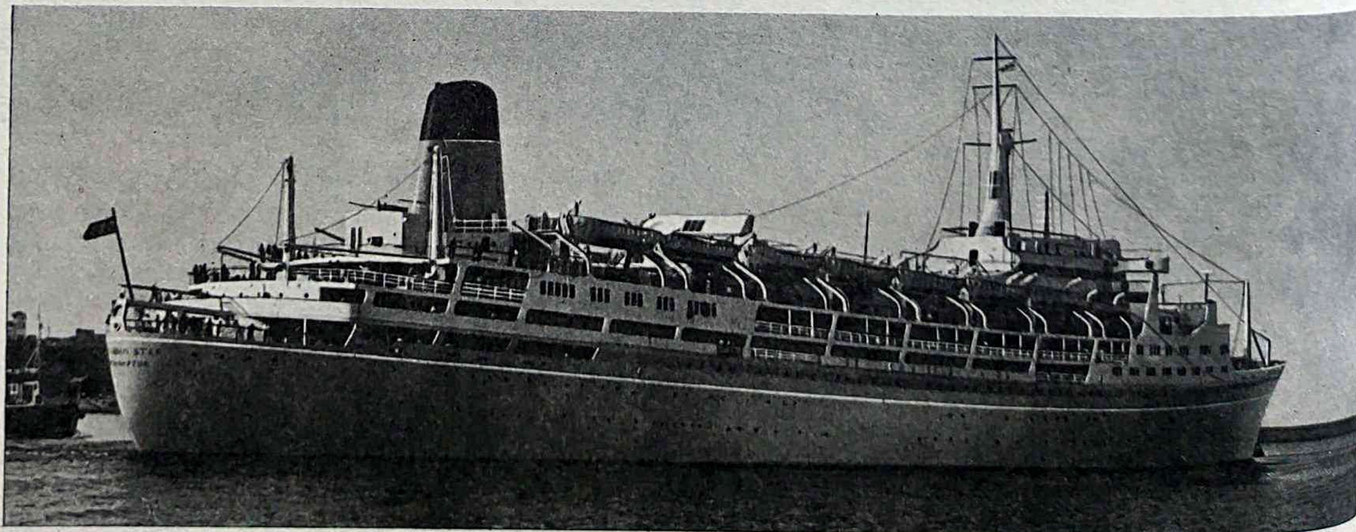
Veličanstven je pogled na France kad na pučini plovi punom brzinom, osobito noću, kada se pričinja kao raskošno osvijetljen velegrad. Taj je brod stajao francuski narod oko osamdeset milijardi starih dinara.



Unutrašnjost parobroda »France« uređivali su najčuveniji francuski arhitekti, kipari, slikari, tkači sagova, dekorateri i drugi umjetnici

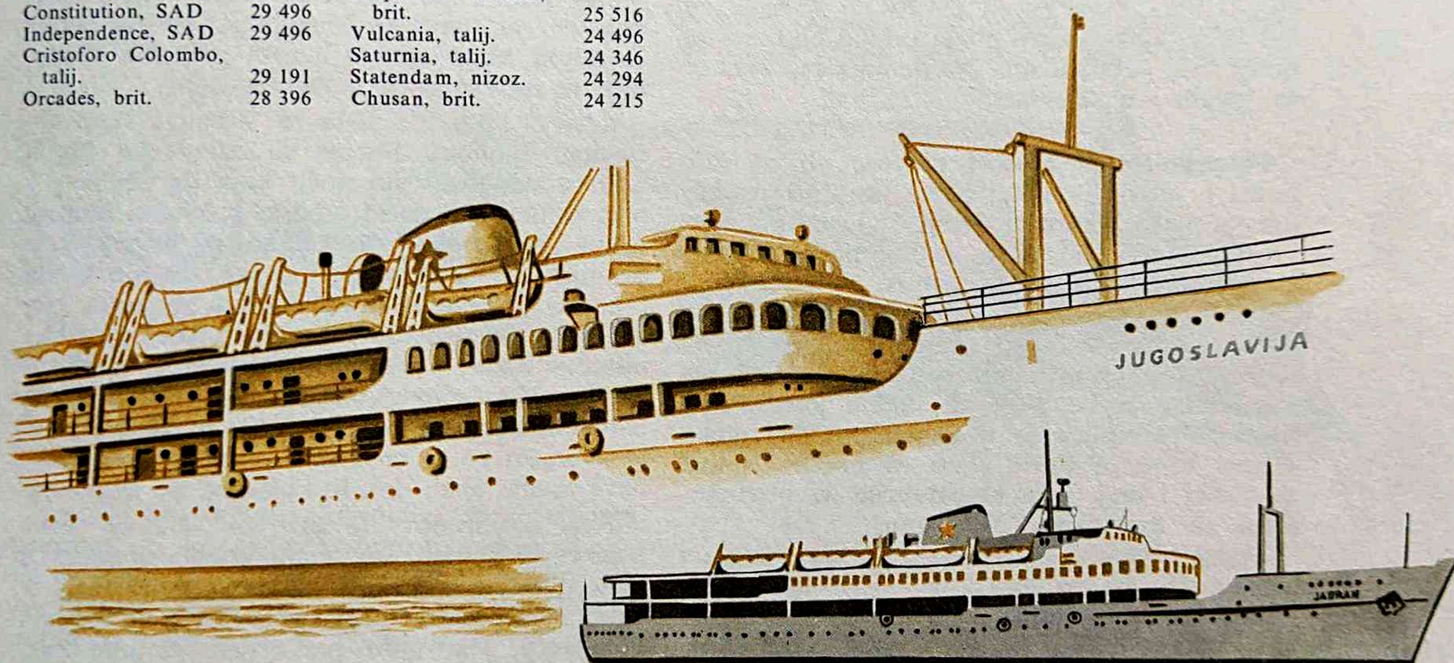
200 gostiju. Između te tri blagovaonice prostire se kuhinja na 1200 m^2 površine. Tu su najmodernije sprave: 13 m dugi električni štednjaci, 20 m dugi vrući i 20 m hladni stolovi, 25 m duge električne peći, 40 parnih lonaca, 20 infracrvenih pećnica, 7 m dugi stroj za pranje posuđa i 6 m dugi stroj za pranje čaša, 6 roštilja na drveni ugljen, 18 velikih hladnjača i posebno još 82 hladnjaka. Tu je i golema mesnica s jednim mesarskim panjem koji je uz 8 glasovira jedini drveni predmet na brodu. Sve drugo — pokućstvo, sagovi, ćilimi, zastori, pregradni zidovi, posteljina — izrađeno je od čelika, aluminija, različnih metala, plastičnih masa i negorivih tkanina.

Veliki britanski putnički brod »Northern Star« od 20 000 BRT, dovršen 1960, plovi na redovitim prugama i na turističkim krstarenjima



Sada su najveći transatlantici:

Brod i pripadnost	*BRT*	*Brod i pripadnost*	*BRT*
France, franc.	66 000	Orsova, brit.	28 790
Queen Elizabeth II, brit.	58 300	Edinburgh Castle, brit.	28 705
United States, SAD	51 988	Pretoria Castle, brit.	28 705
Canberra, brit.	45 000	Pendennis Castle, brit.	28 582
Michelangelo, talij.	43 000	Himalaya, brit.	27 955
Raffaelo, talij.	43 000	Oronsay, brit.	27 632
Oriana, brit.	41 923	Galileo Gallilei, talij.	27 500
Rotterdam, nizoz.	38 645	Gugliemo Marconi, talij.	27 500
Duilio, talij.	38 500	Empress of Canada, brit.	27 300
Windsor Castle, brit.	37 640	Augustus, talij.	27 090
Mauretania, brit.	36 655	Giulio Cesare, talij.	27 078
Nieuw Amsterdam, niz.	36 640	Capetown Castle, brit.	27 002
Caronia, brit.	34 172	Dominion Monarch, brit.	26 463
America, SAD	33 961	Empress of Scotland, brit.	26 032
Leonardo da Vinci, talij.	33 500	Andes, brit.	25 676
Oceanic, brit.	33 500	Empress of England, brit.	25 585
S. Vaal, brit.	33 500	Athlone Castle, brit.	25 567
Transvaal Castle, brit.	33 000	Stirling Castle, brit.	25 554
Bremen, SR Njemačka	32 336	Empress of Britain, brit.	25 516
Hanseatik, SR Njem.	32 030	Vulcania, talij.	24 496
Eugenio Costa, talij.	30 567	Saturnia, talij.	24 346
Arcadia, brit.	29 734	Statendam, nizoz.	24 294
Iberia, brit.	29 614	Chusan, brit.	24 215
Constitution, SAD	29 496		
Independence, SAD	29 496		
Cristoforo Colombo, talij.	29 191		
Orcades, brit.	28 396		



Najveći su naši putnički brodovi »Dalmacija« i »Istra« od 5500 BRT, iz 1965, te »Jugoslavija«, »Jadran« i »Jedinstvo« od 2565 BRT iz 1955.

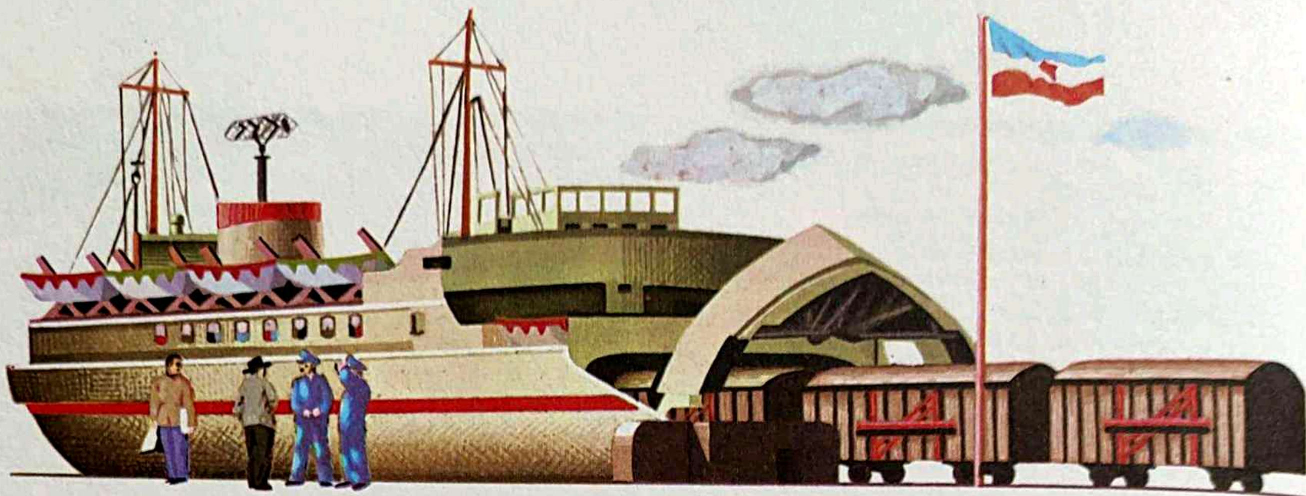
Ostali putnički parobrodi mogu se podijeliti u tri skupine: velike, srednje i male.

Veliki putnički brodovi plove dugim prekooceanskim putovima, a uz putnike ukrcavaju i teret; npr. brodovi koji plove iz Buenos Airesa u London obično osim putnika prevoze nekoliko tisuća tona smrznuta mesa.

Putnički brodovi se različito grade za različne vode i pruge. Oni brodovi koji prelaze vruće ekvatorske predjele i plove u Indiju, Daleki istok, Južnu Ameriku i Južnu Afriku imaju dobru ventilaciju, hlađene kabine i prostrane šetne palube zaštićene od sunca. Brodovi koji plove u Kanadu, Norvešku i Baltičko more griju prostorije i štite teret, osobito tropsko voće, od studeni. Slabije su građeni brodovi koji plove iz Evrope kroz pasate i ekvatorske tišine u Brazil i Argentinu, a znatno su čvršći oni koji se bore s olujama sjevernog Atlantskog i Tihog oceana. Sada veliki putnički brodovi imaju 15 000—20 000 BRT, a plove brzinom od 16—23 čv.

Srednji putnički brodovi imaju 5000 do 12 000 BRT, plove na kraćim prugama i zatvorenim morima: Sredozemnim, Crnim i Baltičkim morem. U ovu skupinu idu npr. Ville-d'Alger (Vil d'Alže) na pruzi Marseille (Marsej)—Alžir i naši putnički brodovi *Dalmacija* i *Istra* od 5500 BRT, koji su izgrađeni 1965. godine.

Ovoj skupini pripadaju i ekspresni turbinski brodovi od 2500 do 4000 t, koji plove preko kanala La Manchea (La Manš) iz Francuske u Englesku brzinom od 25 čv. Iako su relativno maleni, ti brodovi prevoze 1500 putnika koji sjede u naslonjačima kao u vagonu, a osim prtljaga ne ukrcavaju drugu robu. Na njima ima samo nekoliko kabina za bolesnike i za one koji se žele boriti s morskom bolešću u samoći. Oni putnici koji putuju automobilima predaju prije ukrcavanja na brod u Dieppeu (Djepu) automobile agentu, a on ih ukrcava na drugi motorni brod koji odlazi 2 sata prije ekspresnog broda. Kad putnici stignu u Newhaven (Njuheivn) u Engleskoj, vozila ih već čekaju poredana na obali.



Veliki brod za prijevoz vlakova prevozi 12—16 vagona. Putnici izlaze iz vagona na palube, u praonice, salone, barove i blagovaonicu

Mali putnički brodovi plove duž obale: imaju 200 do 5000 BRT. U ovu skupinu ide sedam tipova naših putničkih brodova: *Jugoslavija* od 2565 BRT, *Partizanka* od 1700 BRT, *Osijek* od 574 BRT, *Vladimir Nazor* od 430 BRT, *Takovo* od 347 BRT, *Porozina* od 335 BRT i *Karlovac* od 191 BRT. Veći brodovi imaju kabine, ali samo za manji broj putnika; veći dio putnika zadržava se na palubi i u salonima.

Putničko-teretni brodovi prevoze obično više tereta a manje putnika; plove prugama na kojima je putnički promet slabiji. Kabine i putničke prostorije redovno su u sredini broda u nadgrađima, tj. iznad glavne palube.

Brodovi za prijevoz vlakova (*trajekti*, engl. *ferryboats*, č. feribots), prevoze čitave vlakove bez lokomotive preko mora ili velikih jezera. Prvi trajekt upotrebljen je u Škotskoj 1851. preko zaljeva Firth of Forth (Fert ov Fort). Brodovi su široki i brzi, jake konstrukcije na dizel-motorni ili dizel-električni pogon.

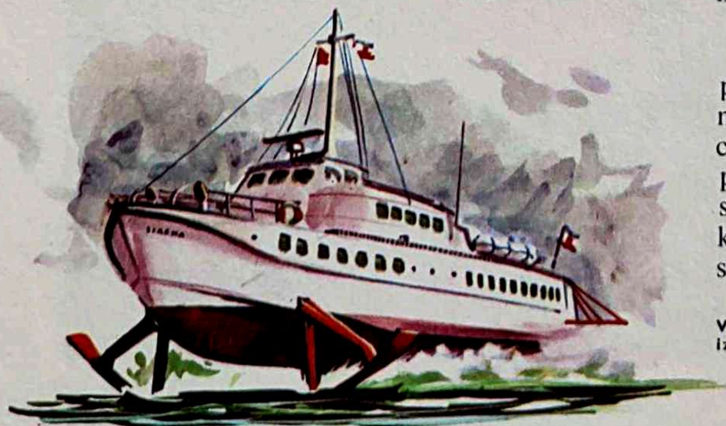
Trajekti obično imaju dvije palube, glavnu i gornju. Glavna paluba nosi 2—4 kolosijeka, a prostor iznad nje doimlje se kao prostrana dvorana (hangar). Na bokovima hangara su okna, a prednja stijena na pramcu i stražnja stijena na krmi mogu se otvoriti podizanjem čitavog brodskog rila, obodnice ili ograde. Kroz te otvore lokomotiva s kopna potisne u hangar po 2—4 vagona na svaki kolosijek. Kako su vagoni razvrstani po kolosijecima u brodu, oni se čvrsto zakoče, a osim toga se svaki vagon zakači sa 4 kuke i učvrsti se za palubu da se pri ljuljanju i posrtanju broda ne bi pomicao. Na gornjoj šetnoj palubi uz slobodan prostor za šetanje nanizani su čamci za spasavanje. Na toj palubi su saloni, blagovaonice, barovi, praonice, kupaonice te prostorije za razonodu.

Krajevi broda trajekta su suženi i svršavaju ravnom plohom. Suženi ali ravni dio broda ulazi u udubljeni dio obale koja ga obuhvati s obje strane tako da se brodski kolosijeci usmjere tačno prema obalnima. Kako je visina broda promjenljiva zbog plime i oseke, između broda i kopna je pomični most kojemu se jedan kraj diže i spušta zajedno s brodom. Ako je razlika između visoke i niske vode velika, gradi se zatvoren basen, poput ustave, koji se iza broda zatvori nepropusnim vratima. Nadolijevanjem ili isisavanjem vode, brod se diže ili spušta i uravnava prema obali dok se kolosijeci ne izravnaju.

Neki su brodovi za prijevoz vlakova posve simetrično građeni, pa imaju krmilo, a poneki i vijke, na oba kraja tako da se ne može razlikovati što je pramac a što krma. Takvi se brodovi ne okreću, nego plove preko tjesnaca amo-tamo poput skele na rijekama.

Hidrobusi su manji motorni brodovi ili veliki motorni čamci koji su uređeni za prijevoz 40—200 putnika na malu daljinu. Putnici sjede u naslonjačima kao u autobusu. Veći hidrobusi imaju bar i toaletu.

Vodokrilci (hidrofoili) su vrlo brzi hidrobusi posebne gradnje koji prevoze 20—200 putnika na srednju daljinu. Ispod trupa imaju pod pramcem kratku smučku, a pod sredinom polukružno podvodno krilo, ili samo podvodno krilo bez smučke. Jak brzookretni motor namješten je koso, nagnuto prema dolje, tako da vijak ne samo potiskuje nego i podiže (nosi) brodić.



Vodokrilci su vrlo brzi motorni brodovi. Trup im se u brzoj vožnji izdigne iz vode, smanji se otpor, pa dostižu brzinu i do 40 čv

Kad stoji nepomično, vodokrilac pluta uronjen do određene vodene linije kao svaki drugi brodić, ali kad krene i dostigne veću brzinu, propeler, smučka i krilo sve više ga podižu, dok čitav trup ne izroni 20—50 cm iznad vodene površine, a u vodi ostaju samo smučka, krilo, propeler i 1—2 krmila. Kako smučka i krilo pružaju u vodi mnogo manji otpor nego čitav brodski trup, vodokrilac dostiže brzinu od 32 do 40 čv.

Perajari (hidrofini) su jednako brzi kao vodokrilci, slično su i građeni, ali su obično manji i umjesto smučke i krila imaju podvodne vodoravne peraje, koje su prema naprijed uzvijene poput skija. Kad dostigne punu brzinu, perajar se uzdigne na peraje, a trup broda jedva dodiruje vodu, pa se brzina povećava jer je otpor peraja u vodi manji nego otpor čitava trupa.

Teretni brodovi

Teretni brodovi glavni su prevoznici robe i najvažniji u svjetskoj trgovini. Većinu teretnih brodova sačinjavaju linijski brodovi, zatim brodovi slobodne plovidbe i brodovi za prijevoz nafte (tankeri).

Linijski brodovi su najbrojniji. Plove stalnim prugama po određenim voznim redovima. Redovitost njihova odlaska i dolaska omogućuje *otpremnicima* (*špediterima*) da prikupljaju robu za određene rokove, a to pogoduje i tvornicama koje mogu robu jednolično proizvoditi i otpremati je u pravilnim razmacima. Linijski brodovi su bolje građeni i brži od ostalih teretnih brodova, stoga su i skuplji. Zbog toga što plove u određenim rokovima bez obzira da li se prikupilo dovoljno robe događa se da ponekad nisu dovoljno nakrcani, stoga su kod njih i vozarine veće. Osim tereta prevoze oni i 10—12 putnika u lijepo uređenim kabinama. Obično imaju malu šetnu palubu, blagovaonicu i nusprostorije za putnike.

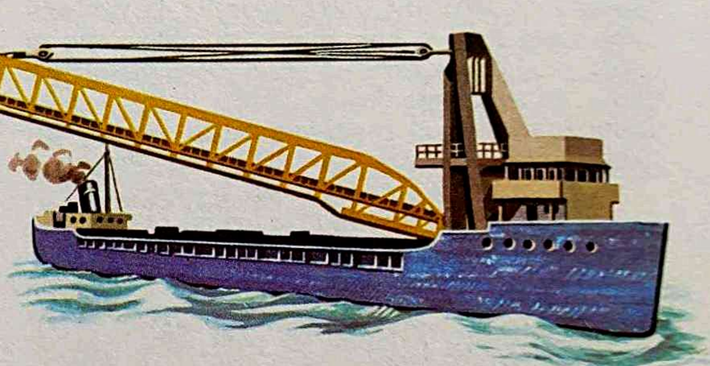
I linijske brodove možemo podijeliti u dvije skupine. Jedni su pravi linijski brodovi, koji prevoze različitu robu i plove dugim prugama s pristajanjem u usputnim lukama gdje iskrcavaju i ukrcavaju robu.

Pravi linijski brodovi srednje su veličine; nosivost im se kreće oko 8000 t, a brzina oko 16 do 18 čv. Ima ih i veće nosivosti, ali su rjeđi jer se za njih ne može uvijek prikupiti na vrijeme dovoljno tereta da bi se posve napunili. Primjer pravog linijskog broda je naš motorni brod *Trebinje* od 5890 BRT, koji plovi brzinom od 17 čv. iz Rijeke u New York, a uz put pristaje u Casablanci (Kazablanki).

U drugu skupinu idu linijski brodovi koji plove stalnom prugom samo između dvije luke i prevoze jednu vrst sirovine.

Takvi su linijski brodovi tankeri i oni za prijevoz željezne rude. To su najveći teretni brodovi na svijetu jer polaze iz mjesta blizu rudnika ili izvora nafte, pa im je teret osiguran gotovo »doživotno«.

Brodovi za prijevoz rude imaju skladišta neobična oblika jer je ruda veoma teška, a zauzima malo prostora. Kad bi se ukrcala u običan teretni brod, zapremila bi četvrtinu skladišnog prostora, ležala bi samo na dnu skladišta, a sav bi ostali prostor ostao prazan. Stoga bi se težište broda snizilo, stabilnost bi bila prevelika, te bi se brod na valovima prebrzo uspravljao i trzao, a naprezalo bi se i dno koje bi nosilo sav teret. Zbog toga su brodovi za prijevoz rude niski i dugi, a skladišta su im sužena. Njihova se unutrašnjost doimlje kao da je sastavljena od dva trupa, koji leže jedan u drugome. Težinu rude nose i kosi zidovi, a ne samo dno iako je ono pojačano. Ima brodova za prijevoz rude s nosivošću i do 150000 t!





Brod za prijevoz rude nizak je i dug s uskim skladištima; opremljen je prenosnim uređajem za brzo ukrcavanje i iskrcavanje rude

Brodovi za prijevoz rude i nafte doimlju se isto tako kao da imaju dva trupa. U unutrašnjem trupu brod prevozi na polasku rudu, a između unutrašnjeg i vanjskog trupa nosi na povratku naftu.

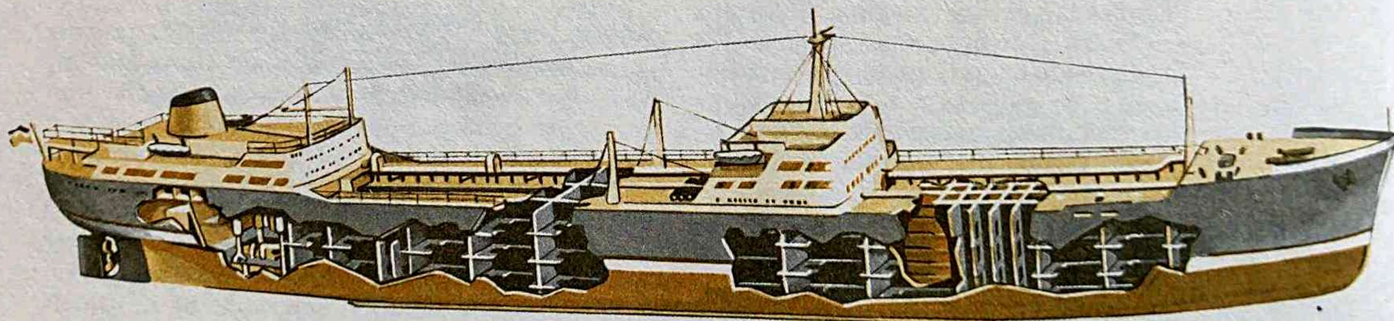
Brodovi za prijevoz nafte (tankeri) danas zauzimaju među teretnim brodovima važno mjesto jer se nafta i njezine prerađevine zbog razvoja kopnenih motornih vozila, brodova i aviona troše u golemim količinama. Prvi tanker, njemački *Glückauf* (Glikauf), od 2307 BRT, sagrađen 1886, imao je parostroj i jedra. Od tog doba tankeri su se brzo usavršavali.

Moderni tanker pregrađen je uzdužnim i poprečnim pregradama u mnogo nepropusnih zatvorenih prostorija, tzv. *tankova* za benzin, plinsko ulje, ulje za loženje ili sirovu naftu, već prema potrebi. Tankovi su međusobno spojeni cijevima, pa se mogu vrlo brzo puniti i prazniti brodskim sisaljkama ili sisaljkama na kopnu. Stoga se na palubi nalaze priključci za spajanje s cijevima na kopnu. Svi tankeri imaju vrlo čvrst trup, pa su pri jednakoj tonaži oko dva puta skuplji od običnih teretnih brodova. Stroj se nalazi posve blizu krme da se što više udalji od upaljivih tekućina, a tjera brod brzinom od 15 do 18 čv. Najveći, tzv. *supertankeri* dosežu nosivost i do 380 000 t i tako su veliki da u svijetu ima malo luka u koje mogu ući. Zbog njih se sada produbljuju stare ili grade nove petrolejske luke. Supertankeri dovoze sirovu naftu u golemim količinama iz Perzijskog zaljeva ili iz Venezuele u nekoliko velikih luka Sjeverne Amerike i Evrope, a iz tih luka razvoze je manji tankeri od oko 18 000 t nosivosti brzinom od 15 do 17 čv. u druge luke do rafinerija.

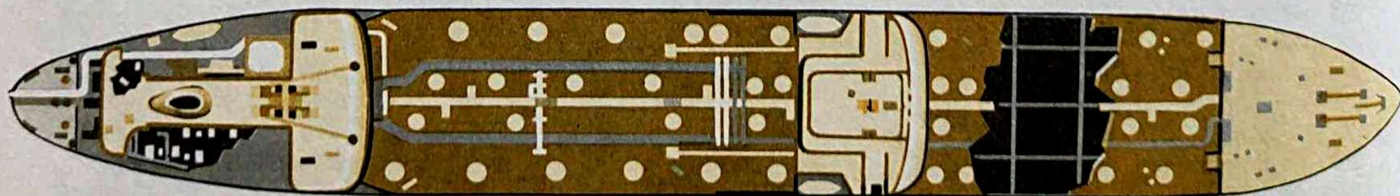
Tankeri imaju do 10 velikih sisaljki kapaciteta od po 1000 do 1200 t na sat, pa se i najveći gorostasi mogu napuniti za pola dana. Oni se malo zadržavaju u lukama; gotovo neprekidno plove. Prostorije za posadu su udobne jer je život na tankerima težak, a i pogibeljan zbog opasnosti od požara. Da bi se izbjegao požar, poduzete su sve mjere sigurnosti. Na takvu brodu su dobro izolirani električni uređaji, odvodi zapaljivih plinova, sigurnosni parni palubni strojevi, vitla, motovila i dr. Na brodu je disciplina stroga, pa je zabranjeno pušenje, posada nosi gumene cipele bez željeznih čavala i dr. Ipak se na tankerima dosta često događaju nesreće, najviše od sudara. Od požara je stradao i naš tanker *Petar Zoranić*, sa 25 000 t nosivosti, u koji je udario jedan grčki tanker u Bosporu. Za sudara se zapalio i eksplodirao tank s benzinom, i požar se u tren oka proširio brodom. Plamen je proždirao brod punih 20 dana, a to je jedan od dokaza da naša brodogradilišta grade žilave i otporne brodove.

Tankeri koji prevoze veoma guste tekućine imaju u tankovima zmijolike parne cijevi kojima se te tekućine griju zbog lakšeg iskrcavanja.

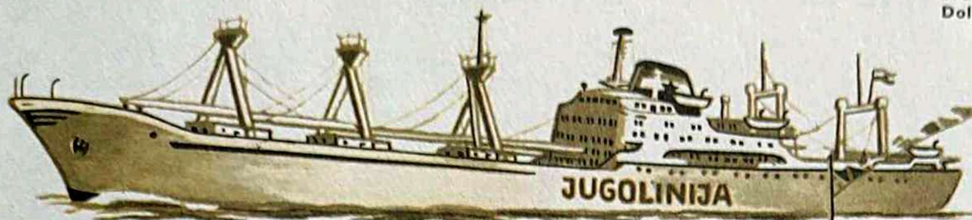
Brodovi slobodne plovidbe (tramperi) zbog načina kako plove zaslužuju ime brodovi skitalice. Englesko ime tramp (tremp) i znači skitalica. Oni ponekad plove i više godina između inozemnih luka a da se i ne svrate u domovinu. Prevoze teret od jedne luke do druge, pa nitko na brodu ne može znati kamo će iz luke isploviti sve dok se ne nađe nova roba za prijevoz. Tramperi redovito prevoze samo jednu vrst robe, pa kako je teško u pojedinoj luci naći odjednom veću količinu istovrsne robe, obično takvi brodovi nisu veliki da ne bi plovili poluprazni. Danas ima najviše trampera s tonažom između 6000 i 8000 BRT. Oni su najbrojniji između svih brodova na svijetu i ukupno zapremaju oko jednu trećinu svjetske tonaže.

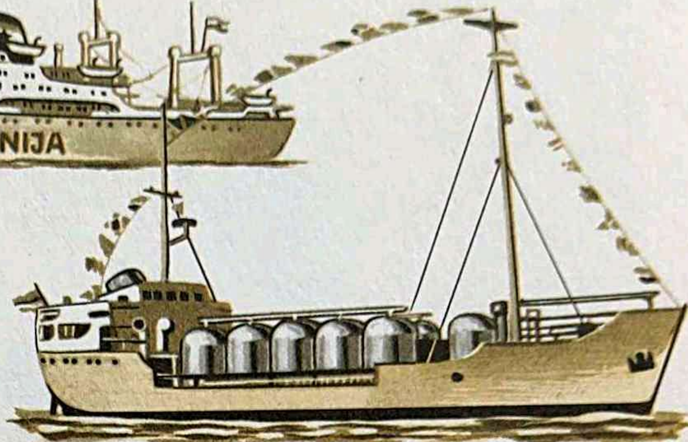


Veliki brod za prijevoz tekućih goriva (tanker) podijeljen je uzdužnim i poprečnim nepropusnim pregradama na mnogo tankova. Između njih i drugih prostorija nalaze se pregraci (koferdami). To su uski prazni tankovi koji se neprekidno zrače i služe kao izolacija. Eksplozivni plinovi odvode se iz tankova kroz jarbole i visoke cijevi. Služba je na tankerima vrlo opasna. I u prazne tankove smije se ulaziti samo sa sigurnim plinskim maskama. U svijetu je 1969. bilo 5890 tankera s ukupno 78 milijuna BRT. Oni zauzimaju oko 36% svjetske tonaže. Manji su tankeri motorni brodovi. Supertankere gone parne ili plinske turbine, jer još nema pogodnih dizel-motora dovoljno jake snage



Lijevo: jugoslavenski teretni linijski brod »Viševica« od 6900 BRT iz 1963.
Dolje: motorni brod za prijevoz plinova





Brodovi za prijevoz vina. Stari Gali prevozili su vino u bačvama. Oni su i izumitelji bačava, pa su i nosivost brodova računali u bačvama koje se na njihovu jeziku zovu *tonnes* (ton). Tako je i nastao naziv *tona*. Talijanski i španjolski brodovi imali su u XVIII st. ugrađene drvene tankove. I prvi čelični brodovi prevozili su vino u bačvama jer se u čeličnim tankovima vino kvari. Oko 1920. gradili su se čelični emajlirani tankovi, ali emajl je brzo pucao. Sada se grade tankovi od čelika koji je dobro očišćen, premazan kemikalijama protiv rđanja i tri puta lakiran cerplastom. Cijevi su od bakra, a sisaljke od bronce.

Brodovi za prijevoz plinova opremljeni su cilindričnim tankovima koji su ugrađeni u trup i strše izvan palube ili su smješteni u pregrađenim prostorijama kao na tankeru.

Brodovi za prijevoz šećera u rasutu stanju. Šećer je dosta težak teret, stoga se na ovakvim brodovima skladišta suzuju sa dvije uzdužne pregrade uz bokove zbog istih razloga kao u brodovima za prijevoz rude. Ako brod na povratku prevozi rasuto žito, koje je znatno laše, skinu se poklopci na pregradama i ispuni se čitavo skladište od boka do boka.

Brodovi za prijevoz žita. Žito i druge sipke terete treba uvijek ukrcavati tako da skladište bude puno do vrha, a postavljaju se i uzdužne pregrade kako se zbog valjanja ili nagiba broda ne bi sav teret sasuo na jednu stranu; brod bi se tada mogao i prevrnuti.

Brodovi za prijevoz banana. Banane se prevoze iz Gvinejskog zaljeva u Africi, iz Indije i Gvatemale najviše u Evropu i u Sjevernu Ameriku. Između berbe i potrošnje ne smije proći više od 32 dana jer se banane kvare. Stoga su bananonosci najbrži teretni brodovi, obično na dizel-motorni pogon. Brzina im je od 16 do 20 čv. Kako plove stalnim prugama, obično prevoze i putnike.

Banane ostaju najduže svježe ako se drže na temperaturi od 12°C i ako se skladišta dobro zrače (u 1 sat treba 40 puta izmijeniti sav zrak). Zbog toga je trup bananonosca podijeljen na mnogo paluba, da se banane ne gnječe, i u mnogo manjih prostorija, koje se u tropskim krajevima rashlađuju, a u hladnim krajevima griju i dobro zrače. Da bi se i brodski trup što manje grijao na tropskom suncu, oličen je bijelom bojom. Bananonosci su lijepi brodovi, redovito nisu veliki i ne ukrcavaju više od 2000 t banana, jer to osjetljivo voće treba dovoziti na tržište u manjim količinama, ali što češće.

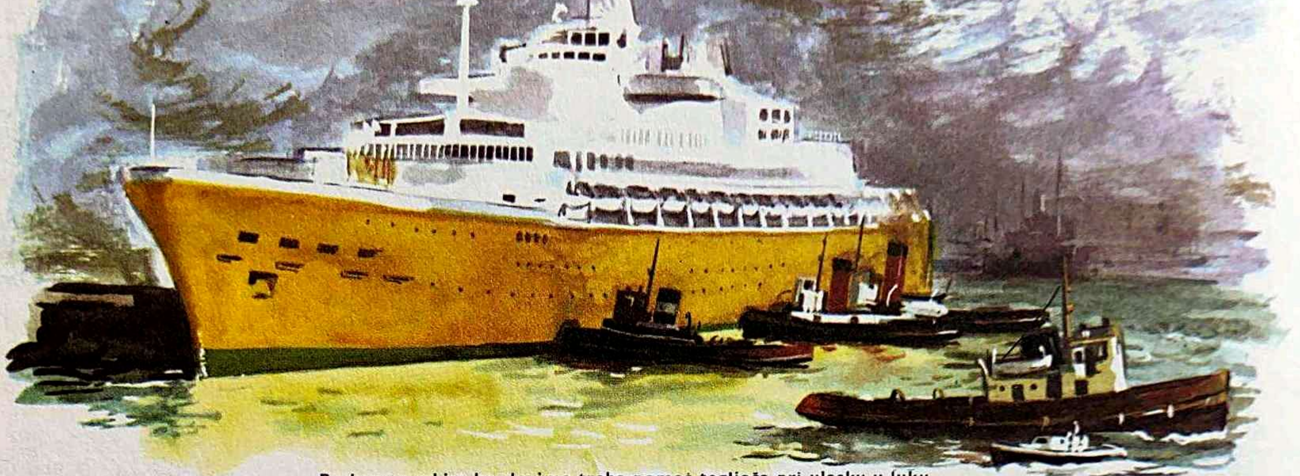
Brodovi za prijevoz kamionskih prikolica najnovija su vrst teretnih brodova. Kod njih se prekrcavanje vrši brzo, jer prevoze robu u okovanim sanducima, *kontejnerima* (ngl. containers), koji su veliki kao čitav željeznički vagon, i u kamionskim prikolicama. Kad bi, npr. tvornica kristala u Samoboru htjela poslati u Kairo u Egiptu 20 000 kristalnih vaza i boca na stari način, morala bi u tvornici omatati i slagati boce u sanduke. Njih bi trebalo ukrcavati u kamione i prevoziti na kolodvor. Tu bi se opet jedan po jedan sandučić ukrcavao u male vagone uskog kolosijeka. U Zagrebu bi se pretovarivali u vagone normalnog kolosijeka, a na Rijeci opet iz vagona u brod. U Aleksandriji bi se iskrcavali iz broda u vagone, a u Kairu iz vagona u kamione pa tek iz njih istovarivali u skladište.

Kod modernog prijevoza u samoborskoj tvornici slažu se vaze i boce odmah u kontejnere i prikolice. Kad su sve složene, kontejneri se odvuku ravno u brod na Rijeci, a u Aleksandriji se izvuku iz broda i odvuku ravno u skladište gdje se vaze izvade iz slame i naslažu za prodaju. Ištednja vremena i radne snage je golema. Iste prikolice i kontejneri upotrebljavaju se za povratak druge robe iz Egipta u Jugoslaviju.

Brodovi za prijevoz kamionskih prikolica i kontejnera imaju skladišta s ravnim podom, a u brodskom trupu su otvori da kontejneri mogu ući u skladište a da se ne moraju dizati preko palube.

Specijalni brodovi

Ova se grupa trgovačkih brodova neprekidno povećava. Osim tegljača, vatrogasnih brodova, peljarskih brodova i kabelopolagača, gradi se sve više novih tipova brodova za osobite svrhe, npr. za spasavanje utopljenika i brodova, za bušenje morskog dna i traženje nafte, za razbijanje podvodnih grebena, za grabljenje šljunka na podmorskim dijamantnim poljima, za branje morskih algi, za oceanografska i meteorološka istraživanja i dr. Posebna su vrst ribarski brodovi, brodovi hladnjače za prijevoz ribe i plutajuće tvornice za preradbu kitova



Prekooceanskim brodovima treba pomoć tegljača pri ulasku u luku

Tegljači se upotrebljavaju za tegljenje (vučenje) drugih brodova i plovila, a u slučaju potrebe i za spasavanje brodova i gašenje požara. Dijele se na velike i na lučke tegljače.

Tegljači za otvoreno more imaju istisninu od 1000 do 5000 t, jake strojeve od 2000 do 6000 KS i propelere velike površine. Kad se kreću sami bez *tegla* (tegljeni brod), plove brzinom od 13 do 17 čv. Oko sredine broda nose jaku kuku o koju zakvače tegalj, a na krmi nekoliko lukova na kojima leži *tegalj* (uže za tegljenje) što se po njima kliže desno-lijevo kad se brod okreće. Opremljeni su jakim sisaljkama za isisavanje vode iz oštećenih brodova, jakim štrcaljkama za gašenje požara, topom za dobacivanje konopa brodovima kojima je potrebna pomoć, jakim uređajem za dizanje teških tereta, opremom za podvodno rezanje i varenje limova. Zbog podvodnih radova u posadi ima i nekoliko ronilaca.

Lučki tegljači su manji. Istisnina im je oko 300 t, a strojevi imaju snagu do 1500 KS. I oni imaju kuku za tegljenje blizu sredine, a na krmi su lukovi na kojima se kliže tegalj. Pramac i krma obloženi su *pramcobranom* i *krmobranom* koji su ispleteni od konopa i napunjeni plutom da budu što elastičniji. U slučaju potrebe lučki tegljač se pretvara u *gurača* (boksera) i potiskuje pramac ili krmu velikog broda kojemu treba pomoć da se okrene ili pristane uz obalu. Bokser se upire o brod elastičnim pramcobranom.

Bokseri i tegljači su potrebni jer veliki oceanski brodovi imaju velik krug okretanja, a krmilo slušaju samo kad plove barem sa pola snage. U uskoj i vijugavoj luci veliki je brod nemoćan jer se mora približiti pristanu posve polagano. Stoga se bez tegljača i boksera ne može okrenuti na mjestu ni pristati uz gat ili pristan.

Vatrogasni brodovi upotrebljavaju se u lukama za gašenje požara na brodovima i u lučkim skladištima. Ti brodovi imaju jake štrcaljke i



Vatrogasni brod izbacuje jake mlazove vode

visoke platforme, odakle vatrogasci mogu bolje usmjerivati mlazove vode ili drugog sredstva za gašenje. Na otvorenu moru vatrogasnu službu vrše veliki tegljači.

Ledolomci otvaraju put drugim brodovima kroz ledeno polje (smrznuto more). Na pomisao da se upotrijebi brod za tu svrhu prvi je došao *admiral Stjepan Makarov*. On je 1870. pregradio jedan tegljač u ledolomac i upotrijebio ga u Kronštadtu. Veliki moderni ledolomci dijele se po gradnji u dva tipa: evropski i američki. Evropski tip ima oštar, kos i zaobljen pramac, a osim vijaka na krmi ima i jedan vijak pod pramcem koji sisanjem vode stvara ispod leda prazan prostor i time pomaže lomiti led.

Ledolomci s kosim pramcem propnu se na ledeno polje i lome ga svojom težinom. Oni mogu i cijepati led oštrom *statvom* dizanjem i spuštanjem čitava pramca. Zbog toga ledolomci imaju snažne sisaljke koje mogu za 4 minute prebaciti 400 tona vode iz pramčanih u krmene *balastne tankove*. Svi ledolomci imaju jak trup učvršćen gustim i jakim rebrima da bi mogli izdržati pritisak leda.

Najmoderniji i najveći je sovjetski nuklearni ledolomac *Lenin* od 16 000 BRT koji u moru plovi brzinom od 25 čv, a kroz 4 metra debelo ledeno polje brzinom od 4 čv.

U Baltičkom moru imaju i brodovi za prijevoz vlakova trup i pramac poput ledolomca kako bi mogli ploviti i prevoziti vlakove i zimi kad je more smrznuto.

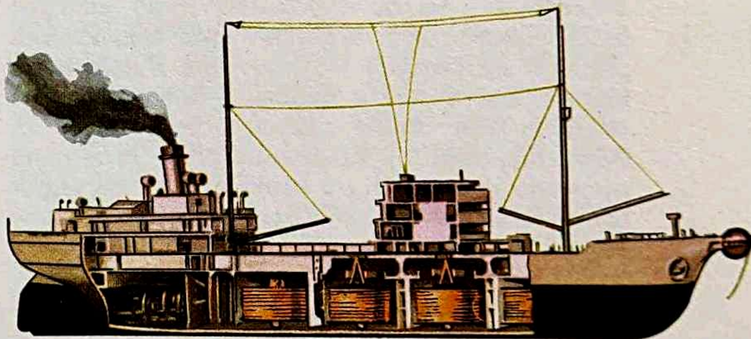
Peljarski (pilotski) brodovi krstare na otvorenu moru pred velikim lukama ili ušćima plovnih rijeka gdje čekaju brodove da im predaju *peljare* (*pilote*) koji ih vode u luku ili rijeku kroz opasne pličine. To su redovito manji brodovi, ali vrlo čvrsti jer moraju boraviti na pučini po svakom vremenu. Po oluji su čak i potrebniji jer su tada opasnosti u prolazima veće nego po lijepu vremenu. Svaki peljarski brod ima i poveći motorni čamac kojim se peljar prekrcava s peljarskog broda na onaj brod koji se mora *peljariti* (*pilotirati*).

Brodovi za polaganje podmorskih kabela prilično su rijetki jer ne dolaze često do upotrebe, a vrlo su skupi. Grade ih samo velike pomorske sile, pa ih iznajmljuju manjim državama. *Kabelopolagači* moraju biti veliki da mogu ponijeti dovoljnu količinu kabela (čak do 6000 km). Trup im je podijeljen u mnogo okruglih nepropusnih tankova koji su napunjeni vodom jer se kabel ukrcava u brod preko velikih koluta na pramcu i slaže najprije u posljednji tank na krmi, a zatim u ostale tankove redom do pramca. U more se polaže preko pramčanog koluta i odmata redom od prvog do posljednjeg svitka u tankovima.

Kabelopolagač ima najmoderniju navigacijsku opremu jer mora ploviti tačno najkraćim putem. Opremljen je i složenom opremom za ispitivanje i popravak podvodnih kabela. Pri polaganju brod je kabelom u neprekidnoj vezi s kopnom, i tako kontrolira ispravnost položenog dijela kabela.

Najveći je kabelopolagač britanski Monarch od 8056 t.

Na našoj obali polaže podvodne električne i telegrafske kabele brod za spasavanje *Spasilac*, koji za tu svrhu ima na pramcu i na krmi kolute. Podvodnim električnim kabelima dobivaju naši otoci Krk, Cres, Lošinj, Rab, Pag, Brač, Šolta, Hvar, Korčula, Iž, Dugi otok i dr. električnu energiju iz hidroelektrana na kopnu.



Presjek oceanskog kabelopolagača

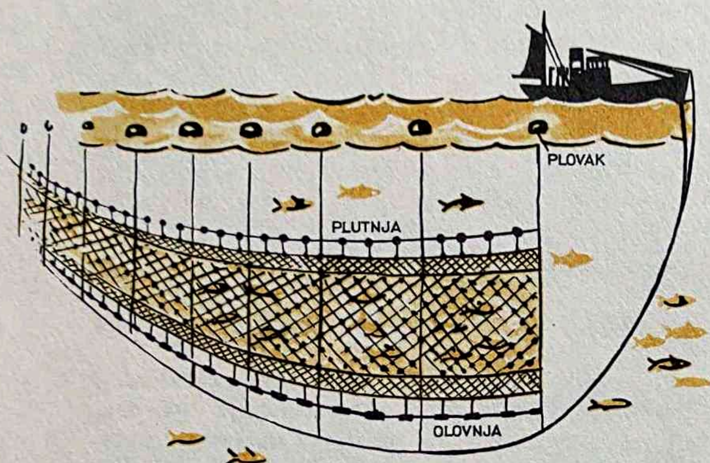


Sovjetski nuklearni ledolomac »Lenin« od 16 000 BRT najjači je na svijetu. Plovi brzinom od 25 čv, a kroz ledeno polje debelo 4 m brzinom od oko 4 čvora

RIBARSKI BRODOVI

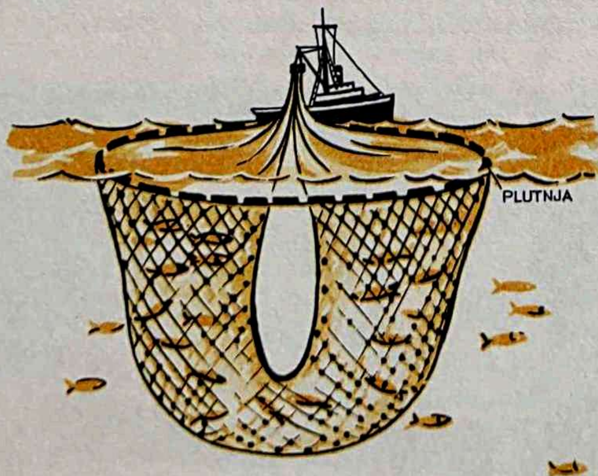
I ribarski brodovi se ubrajaju u trgovačku mornaricu jer se upotrebljavaju za privredne svrhe, za ribolov i prijevoz ribe. Razlikuju se obalni brodići i brodovi za veliki ribolov na otvorenu moru i oceanu.

Ribarskih brodova ima različnih vrsti, ali najviše se upotrebljavaju, prema načinu ribolova, tri vrste: stajačičari, plivaričari i vučari.



Ribarska mreža stajačica

Stajačičari lovili su mrežama stajačicama, koje se tako zovu jer su se polagale u dužini od više kilometara i stajale nepomično ispod površine mora razapete između *plutnje* (uže s nanizanim plutima) na površini i *olovnje* (uže s nanizanim komadićima olova) u stanovitoj dubini. Malen i relativno slab brodić obično bi se privezao za jedan kraj mreže i sa zaustavljenim se strojem prepustio da ga vjetar i struje zanose. Po engleskom izrazu *drift* (zanošenje) takvi se brodovi zovu i *drifteri*. Nekad su se najviše na takav način lovili sleđevi, ali sada se takav ribolov napušta. Pasivan način lova zamijenjen je aktivnim.



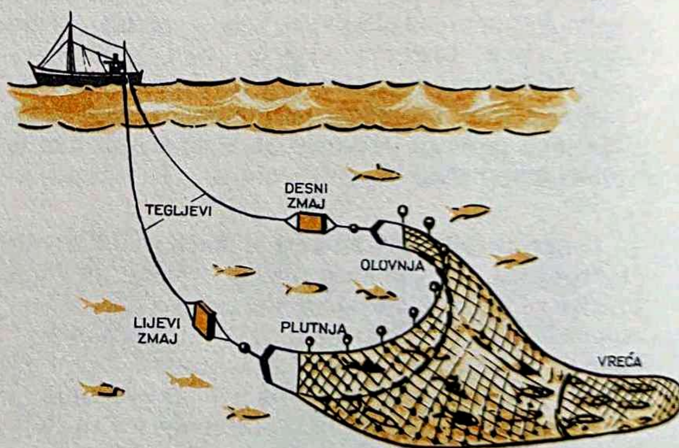
Ribarska mreža plivarica

Plivaričari traže ribu, pa kad je nađu, polože oko riblje plove *plivaricu*, mrežu koja pluta s plutnjom na površini a olovnjom na stanovitoj dubini. Pošto je riba *zapasana* (opkoljena) mrežom, stegne se uže što teče uz olovnju, i mreža se odozdo zatvori. Riba ostaje zarobljena kao na nekoj polukugli s otvorom prema gore. Nakon toga se mreža s ribom izvlači na brod.

Plivaričari imaju motorni pogon, koš za izviđanje na jarbolu i uređaj za izvlačenje plivarice na palubu, najčešće na krmi s okretljivom platformom.

Vučari (kočari, engl. trawleri, č. trouleri) love ribu *vučom* (kočom). Tako se zove mreža koja se vuče sa dva teglja po morskom dnu. Ta mreža ima oblik vreće sa dva duga krila. Brod vuče koču iza krme, a dvije daske *širilice*, poput dječjih zmajeva, povlače užeta u stranu i drže raširena krila mreže. Usta mreže pomiču se po morskom dnu i grabe sve na što naiđu.

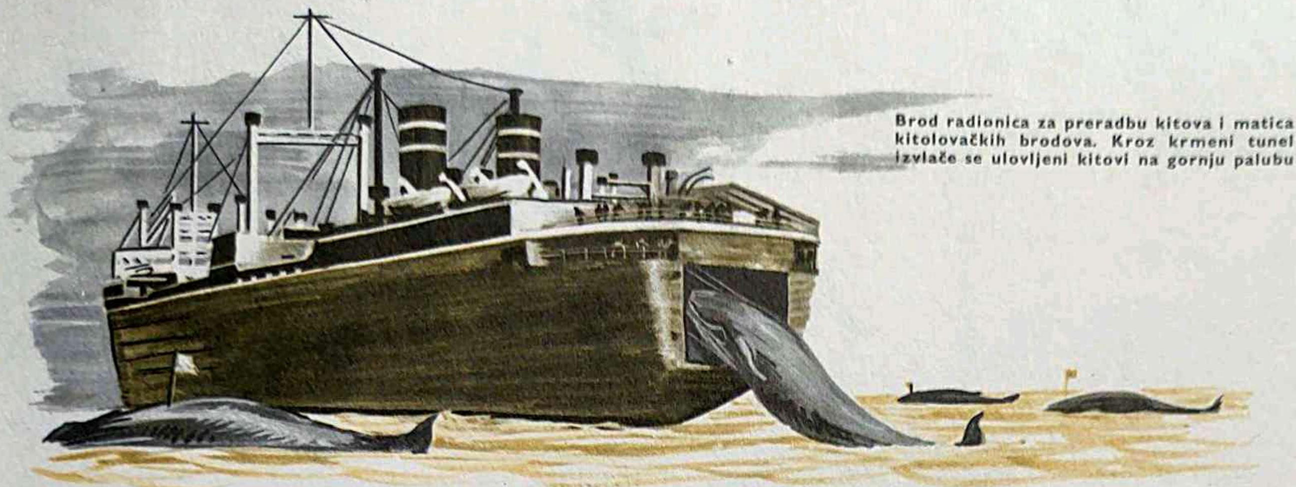
Vučari za duboko more dugi su 45 do 60 m, imaju jake pogonske motore od 700 do 1500 KS. Kad ne vuku koču, plove brzinom od 10 do 15 čv. Skladište, koje je uređeno kao hlad-



Ribarska mreža vuča (koča)

njača, ima do 1500 m^3 prostora za slaganje smrznute ribe. Sa strane su na brodskoj obodnici (ogradi) *vješala za dizanje mreže*, a uz jarbol *tovarica* kojom se diže mrežna vreća s ribom na palubu.

Najmoderniji kočari imaju *krmenu vlaku*, kosu plohu uz koju se izvlači koča na palubu. Riba se iz vreće istrese kroz *grotla* (otvore u palubi) na donju palubu, gdje se čisti, smrzava ili prerađuje. Ovakvi veliki kočari mogu ribariti nad velikim dubinama i pri olujnu moru. Posada broji oko 40 mornara i ribara, ali ako se riba i prerađuje na brodu, uz posadu ima još oko 50 radnika koji izrađuju riblje konzerve, riblje brašno i sl.



Brod radionica za preradbu kitova i matica kitolovačkih brodova. Kroz krmeni tunel izvlače se ulovljeni kitovi na gornju palubu

Kitolovački brodovi. Sada se kitovi najviše love u moru oko Antarktike. Na tako daleko putovanje odlazi u lov ekspedicija koja se sastoji od matičnog broda za preradbu kitova i od 6 do 8 kitolovačkih brodića.

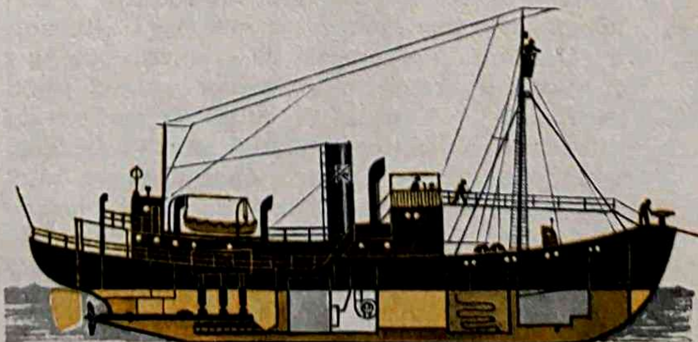
U staro doba odlazilo se u lov matičnim brodom na jedra, koji je na sebi imao 4 do 5 kitolovačkih čamaca *pliskarica*. Kitolov je zbog dalekog putovanja bio uvijek pun tegoba i opasnosti. Događalo se i to da su pogođeni kitovi u magli i nevremenu odvukli čamce na različne strane, a ponekad nisu više nikad mogli pronaći svoj matični brod. U izgubljenim čamcima kitolovci bi poumirali od gladi i studeni. Vrlo su se često na drvenim matičnim brodovima događali i požari jer je u ognjištu neprekidno gorjela vatra zbog taljenja kitova sala. Ako je matični brod izgorio, a čamci nisu našli na oceanskoj pučini drugi koji matični brod. kitolovci bi umirali u čamcima poslije duge agonije.

Moderni kitolovački motorni i parni brodovi sigurni su i udobni. Imaju radio-telefon, radiogoniometar i radar. Stoga uvijek mogu pronaći svoj matični brod. Ti su brodići vrlo čvrsti i dobro se drže na moru, a to im je doista i potrebno jer plove iz sjeverne polutke na južnu i tamo ostaju na pučini za čitave sezone bez mogućnosti da se sklone u luku, jer osim ledenih bregova nema ovdje ni uvala ni zaklona. Svaki brodić naoružan je topom iz kojega se izbacuje *harpun*. Kratak i debeo harpun izbaci se iz topa i zarije u kitovo tijelo, zatim se pusti kroz kabel jak udar električne struje koja usmrti kita. Stoga se danas više ne događa da ranjeni kit vuče za sobom brod kao što je nekada vukao čamce i po pola dana. Pošto je kit uginuo, brod mu se posve približi, posada izvuče iz njega harpun s kabelom, a u tijelo zarine zaoštrenu metalnu cijev koja je spojena s brodom dugim gumenim crijevom. Kroz to crijevo kitovo se truplo napuni zrakom da bolje ispliva na površinu, a zatim se crijevo izvuče, metalna cijev začepi i na nju natakne zastavica ili radarsko odrazno tijelo da bi se kasnije kitovo truplo moglo lako pronaći. Kit se tada ostavi da pluta, a brodić nastavlja lov. Kad ulovi više kitova, brodić se vraća po lovinu, koju pronalazi s pomoću radara. Sve ulovljene kitove poveže i otegli do matičnog broda.

Matični brodovi za preradbu kitova su goleme plovne tvornice. Poslije 1925. grade se brodovi s *tunelom* na krmi kroz koji se kitovi uvlače na palubu, gdje se nalaze jaka vitla za uzvlačenje jer kit može biti težak i do 350 t. Na palubi se kitovo truplo reže i komada parnim i električnim strojevima, a dijelovi se raspoređuju u unutrašnjosti broda. U kotlovima se tali kitovo salo i posebno kitovo ulje. U tvorničkom odjelu prerađuju se dijelovi kitova tijela u mesne konzerve, u kitovo brašno itd. Od nekih dijelova dobiva se mast, lijekovi itd., a od usi i kosti izrađuju se različni predmeti: igle za pletenje, šipke za suncobrane, kopče, dugmeta, opruge za steznike i za rublje, obruči za oficirske kape itd. Od crijeva i lošijeg mesa izrađuje se brašno za stoku pa i gnojivo. Od čuvene *ambre* izrađuju se najskuplji mirisi. Od kitova tijela ne ostaje ništa neiskorišteno.

Velika matica za preradbu kitova može preraditi 6—8 kitova na dan. Kako radi neprekidno u čitavoj sezoni, dodijeljen joj je jedan srednji tanker koji odvozi kitovo ulje i druge proizvode dobivene od kitova tijela, a dovozi na brod iz domovine gorivo, hranu, lijekove, opremu i poštu.

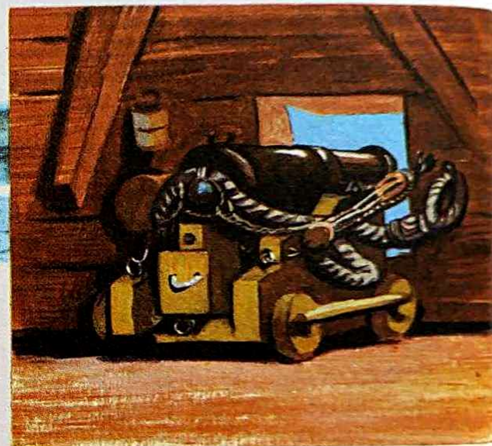
Najnoviji sovjetski brod za preradbu kitova *Andrej Zaharev* ima 12 000 BRT i posadu od 470 ljudi.



Kitolovački brod s topom za izbacivanje harpuna

Ratni brodovi

Brodski top u bateriji ratnog jedrenjaka iz XVII stoljeća



Oružane snage države sastoje se od vojske, ratne mornarice i ratnog zrakoplovstva. Ratna mornarica redovito obuhvaća flotu (ratne brodove), pomorsko zrakoplovstvo, obalsku obranu, riječnu flotilu i različne ustanove na kopnu. Najvažnija je svakako flota borbenih i pomoćnih brodova.

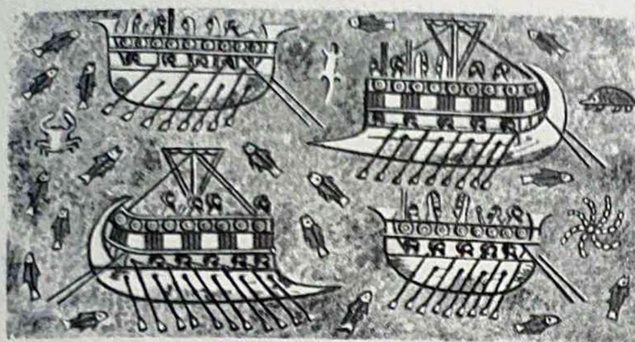
Ratni brod pripada pomorskim vojnim snagama neke države, nosi vanjske oznake ratnih brodova dotične države i ima zapovjednika koga je imenovala vlada. Ratni brod mora biti upisan u flotnu listu dotične države, a posada mora djelovati po vojnim disciplinskim pravilima. Ratni brodovi moraju braniti obale svoje zemlje, pomorske i riječne putove i promet. U ratu moraju izvršavati različne zadatke u različitim prilikama, na otvorenu moru, uz obalu, na rijekama i jezerima.

Ne može se sagraditi ratni brod koji bi u različnim prilikama mogao sve sam izvršavati, npr. boriti se teškim topovima na otvorenu oceanu i u plitkim rijekama, nositi avione i roniti ispod neprijateljskih zasjeda itd. Stoga se mora svaki ratni brod projektirati i graditi prema određenoj svrsi kojoj je namijenjen. Zbog toga se ratni brodovi dijele u *klase*. Međutim, ni podjela na klase nije bila uvijek jednaka. U staro doba bilo je malo klasa jer su tehnička sredstva bila jednostavnija. Danas ih ima vrlo mnogo i neprekidno se rađaju nove kako se pojavljuju i nova oružja.

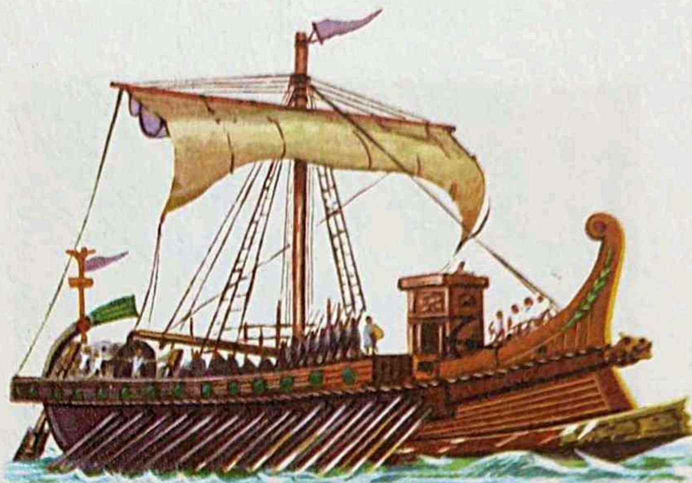
RATNI BRODOVI NA VESLA

Ne može se tačno odrediti kada su nastali prvi ratni brodovi, ali se može sa sigurnošću ustvrditi da ih je bilo i u pradavno doba, najmanje prije 2700 godina. Na reljefima koje su arheolozi otkrili u *Ninivi* (Mezapotamija), našla se slika asirskog ratnog broda iz godine ← 650. Taj je ratni brod s podvodnim kljunom tako dobro građen da je mogao nastati tek nakon veoma duga razvoja. Reljef iz Sargonove palače u Korsabadu iz ← 720. god. prikazuje čitavu brodopratnju: okrugle trgovačke brodove i ratne s podvodnim kljunom.

Trijera je najpoznatiji ratni brod starih Grka. Ime joj potječe od riječi *trieres*, a to znači *troveslarka*, jer je na svakom boku imala po tri reda vesala. Za borbu je imala podvodni kljun, a ukrcani vojnici borili su se strelicama i kopljima. Iz grčkih trijera razvile su se nešto veće rimske *trireme* koje nisu bile najbolji brodovi.

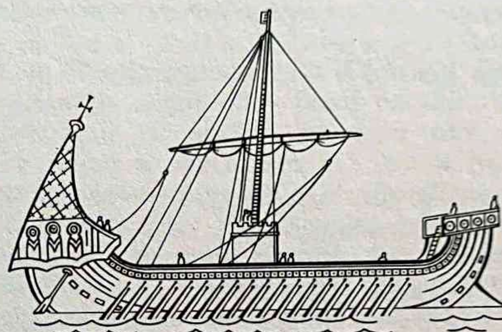


Konvoj asirskih brodova iz ← 720.



Rimska troveslarka iz I stoljeća

Ratna liburna je bila najbolji borbeni brod svoga doba. Ratne liburne su bile vrlo okretne; imale su dva reda vesala, podvodni kljun i *ovna* (okovanu gredu koja se mogla okretati oko jarbola) kojim su se lomili jarboli i obarali vojnici na neprijateljskim brodovima.



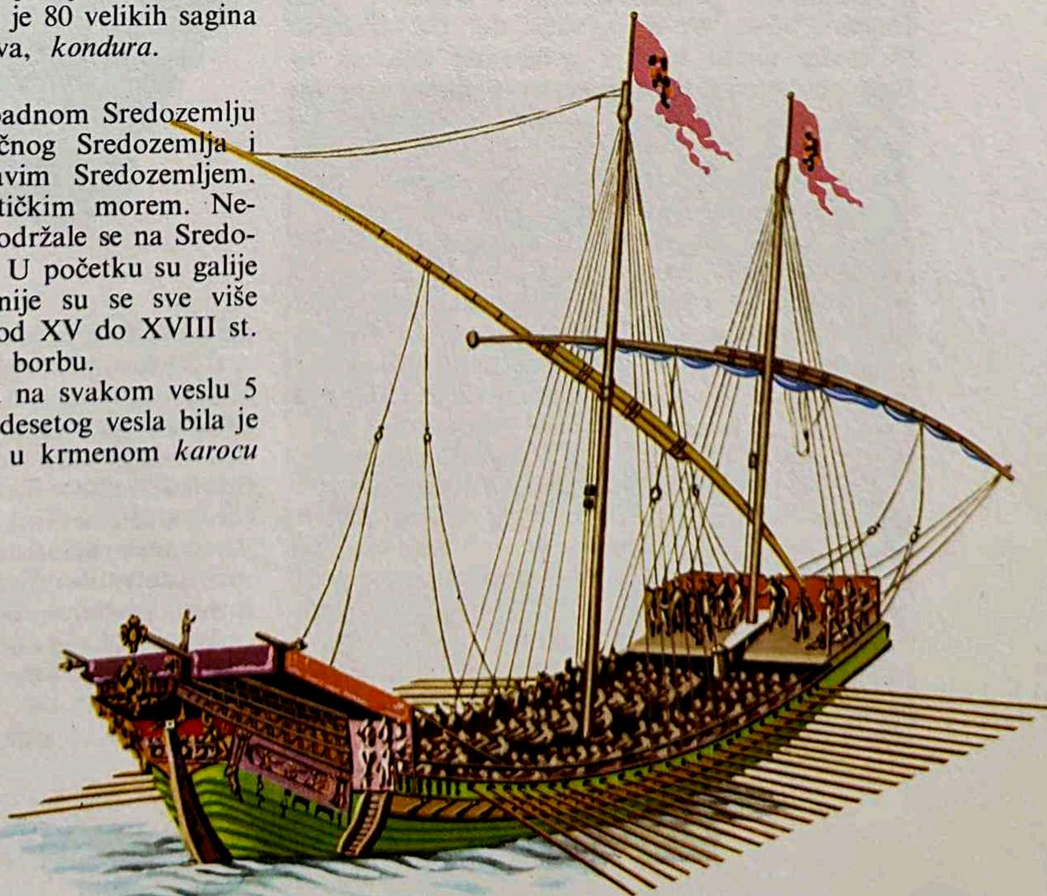
Bizantski dromon iz IX stoljeća

Dromon je bio ratni brod Bizantskog carstva. Dromoni su imali dva reda vesala i podvodni kljun. Novost je bila na njima tzv. *grčka vatra*, smjesa sumpora, nafte i živoga vapna, koja se kroz brončane cijevi, *sifone*, puštala s visokog pramca na neprijateljske brodove. U dodiru s vodom smjesa je gorjela uz gust dim, veliku buku i smrad. Prvi put je upotrijebljena 673. u bitki s arapskom flotom.

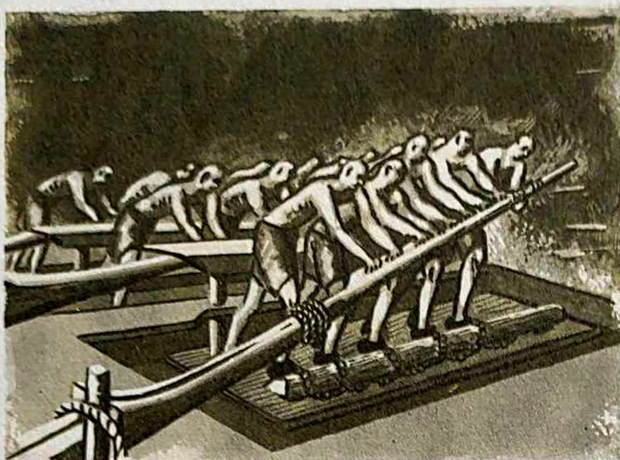
Sagina je hrvatski ratni brod X stoljeća. Imala je na pramcu i na krmi *kaštele* (uzdignute platforme) s kruništem odakle su se bacale strijele i koplja na palube neprijateljskih brodova. Flota kralja Tomislava imala je 80 velikih sagina i 100 manjih ratnih brodova, *kondura*.

Galije su se razvile na zapadnom Sredozemlju iz bizantskih dromona istočnog Sredozemlja i uskoro su se proširile čitavim Sredozemljem, sjevernim Atlantikom i Baltičkim morem. Neprekidno su se usavršavale i održale se na Sredozemlju od XIII do XVIII st. U početku su galije bile trgovački brodovi, kasnije su se sve više pretvarale u ratne brodove; od XV do XVIII st. bile su opremljene samo za borbu.

Galija je imala 51 veslo, a na svakom veslu 5 *galijota*. Na mjestu lijevoga desetog vesla bila je kuhinja. Oficiri su stanovali u krmenom *karocu* (platnena kućica), a mornari su spavali pod rambatom na pramcu. Galioti su veslali i živjeli okovani pod vedrim nebom u *talaru*, četverokutnom prostoru s klupama u sredini galije.



Ratna galija iz XVII stoljeća sa 49 vesala i 245 galijota, naoružana sa 3 topa, 8 mužara i 4 mala topa špiguna koji su izbacivali željezne kugle od ½ kg



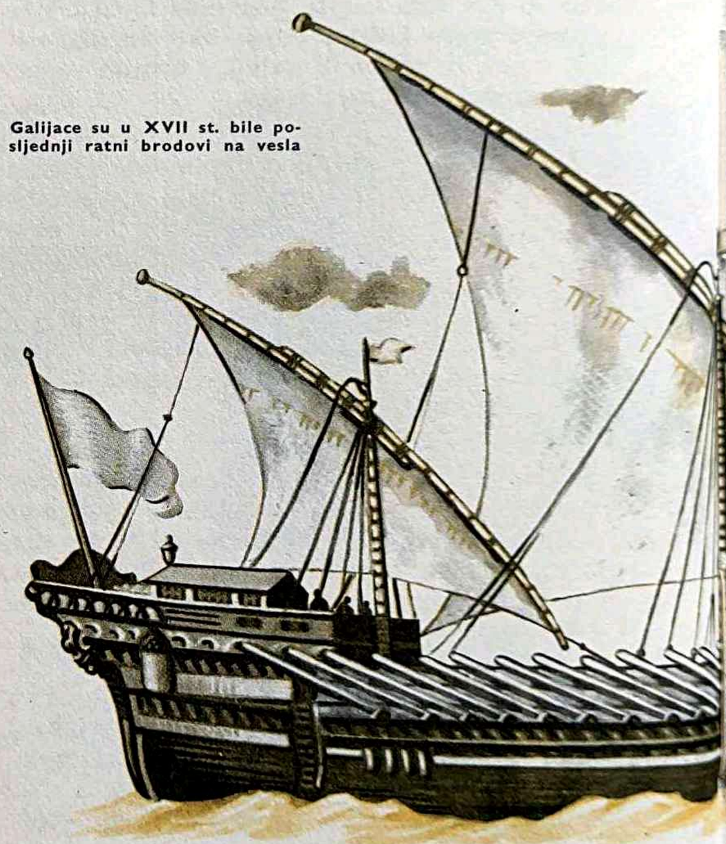
Na galijama je po pet prikovanih galijota veslalo jednim veslom

Galija je u XVII st. bila duga oko 50 m. Pramac je svršavao iznad vode dugim *rilom* koje je služilo kao most za prijelaz na neprijateljski brod pri jurišu. Iza rila dizalo se poput mosta lagano nadgrađe koje se zvalo *rambata*. Ispod nje su bila tri topa: srednji veliki top bacao je željezne kugle, a desno i lijevo od njega bio je po jedan manji top kamenjaš. Na rambati je bilo još nekoliko mužara i malih topova *špiguna* (espingara) koji su izbacivali željezne kugle od pola kg.

Galije su bile niski, veoma vitki i raskošno ukrašeni brodovi. Bile su prekrasne, ali samo kad su se gledale iz daljine. Iz bliza se na njima vidjela bijeda jadnih galijota, i od njih se širio užasan smrad. Duž čitave galije prostirao se u sredini povišen hodnik kao neki mostić. Po njemu je hodao nadglednik veslača s bičem u ruci. Desno i lijevo bili su ograđeni talari s klupama. O svaku klupu bilo je prikovano lancima za noge po pet veslača koji su sjedeći, okrenuti leđima prema pramcu, povlačili veoma dugo veslo što je prolazilo kroz bok talara i stršilo daleko do morske razine. Galijoti su dan i noć, mjesece i godine, do smrti, sjedili na klupama i veslali. Ležali su također na njima ili ispod njih. Jeli su dvopek, slanu ribu i otpatke hrane. U talaru su galijoti obavljali nuždu, bolovali i umirali najviše od crijevnih zaraznih bolesti. Iz talara se širio užasan smrad jer je jedina higijenska mjera bila da se nekoliko puta na dan izlilo pod klupe i na polugole galijote nekoliko kablića morske vode.

Galijoti su morali veslati po zvižducima nadglednika, složno i snažno. Ako je koji sustao, oborio se bič na njegova leđa i sasjekao mu kožu u krpice. Svaki je bijednik veslao do iznemoglosti jer su ga inače čekale teže i strašnije muke. Kad se galija pripremala za borbu, svakom su galijoti stavili oko vrata lančić na kojem je visio drven čep. Taj bi čep galijoti stavili u usta i grizli da ne vriskaju i ne jauču od bolova pod udarcima biča ili od zadobivenih rana u borbi, u kojoj se nisu mogli ničim braniti.

Najbolji je manevar vješta galijskog kapetana u boju bio taj da svojim brodom priđe koso neprijateljskoj galiji i da joj rilom presiječe sva vesla jednog boka. Na napadnutoj galiji lomila su se najprije galijotima rebra i udovi, gnječile su im se grudi i utrobe, a tek zatim bi se slomila debela vesla. Koplja, mačevi i zrna ubijali su galijote i ranjavali ih bez milosrđa. Vrhunac sreće bio je ako je galija brzo potonula zajedno s okovanim galijotima. Ako je i dalje plutala, ranjenicima bi brzo odsijecali sjekirom noge iznad okova pa ih bacali zajedno s odsječenim nogama u more. Lako ranjene i neozlijeđene galijote tjerali



Galijace su u XVII st. bile posljednji ratni brodovi na vesla

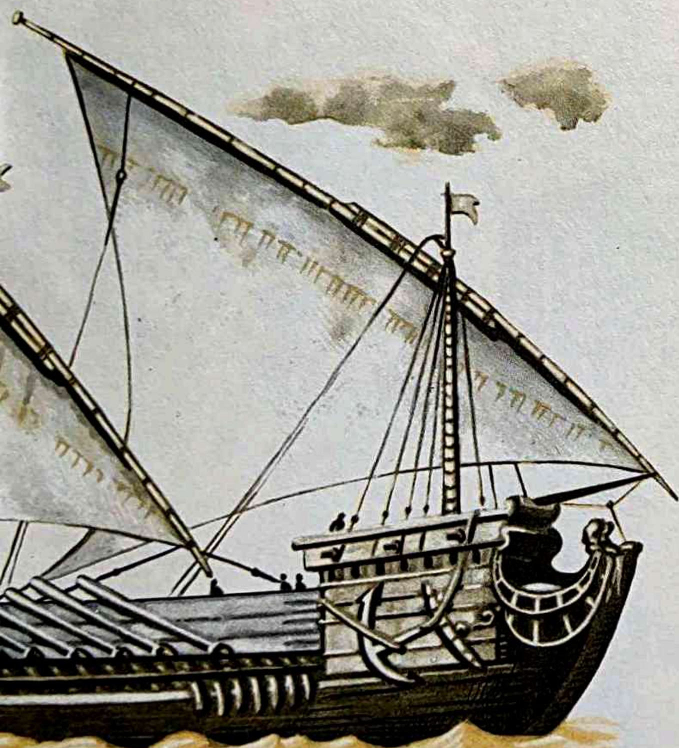
su bezdušnim bičevanjem da veslaju iz sve snage.

Čovjek nije mogao u to doba doživjeti gore kazne nego što je bilo veslanje na galiji. Na brodove su uz kažnjenike prikivali i zarobljenike. Kroz stoljeća su na turskim galijama veslali zarobljeni kršćani, a na kršćanskim galijama zarobljeni Turci. Tim je galijotima bila jedina nada da neprijatelj zarobi njihovu galiju jer bi se tada oni oslobodili, a uz klupe bi na prijašnja svoja mjesta prikovali svoje mučitelje.

Poneki bi velmože nasiljem pribavljali galijote za svoje galije. Oni bi sa svojim lađama iznenada osvanuli pred kojim primorskim selom, osobito na otocima. i pohvatali mirne ribare i težake,

odveli ih, prikovali za klupe i upotrijebili kao galijote, ili bi ih prodali drugima. U takvu se odvratnu poslu najviše istakao vojvoda od Toskane. Kad se plovi duž naše obale, mogu se vidjeti mnoga sela u brdinama, visoko iznad mora. U tim su naseljima u staro doba živjeli primorci. Tu ih ni velmože ni pirati nisu mogli iznenaditi. Tek kasnije, kad je na moru uveden red i sigurnost, počeli su se stanovnici spuštati k moru i graditi kuće uz obalu.

I naši su veliki gradovi Dubrovnik, Kotor, Hvar, Omiš, Split, Trogir, Korčula, Rab, Rijeka i dr. imali svoje galije, a neke su se 1571. s našim posadama i kapetanima borile i u velikoj pomorskoj *bitki kod Lepanta*. Posljednja galija nestala

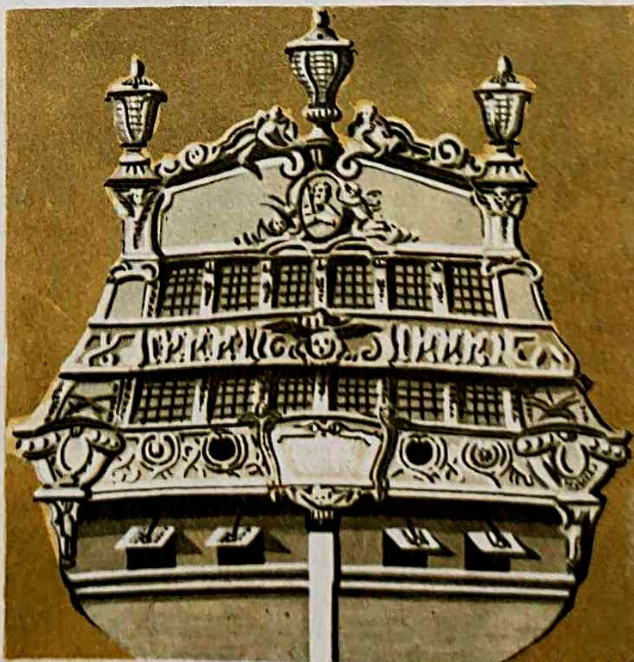


je tek 1820. Na galijama Dubrovačke Republike među galijotama bilo je neokovanih plaćenika i okovanih kažnjenika. U Hrvatskoj su postajali galijoti oni zarobljenici koji se nisu mogli otkupiti u roku od tri do četiri godine. Cijena za jednoga galijota kretala se oko 400 talira. Za vladanja Marije Terezije kažnjenici su izdržavali kaznu na galiji, okovani ili bez okova, od nekoliko dana do više godina. Pisar Lovro Barzo je zapisao 1608. da se na galiji, na kojoj je on bio ukrcan u Dubrovniku, nalaze 62 galijota, osuđena na ukupno 3543 dana; na mjesec dana bila je osuđena i jedna žena. U Kotorskom statutu piše da su galijoti morali polagati zakletvu da će biti vjerni kotorskoj općini i kapetanu te da će čuvati opremu i brod. Kad su se naše galije opremale za rat, ali i u redovitim prilikama, veslači su se pozivali na galije kao što su se kasnije pozivali ljudi u vojsku, a prijavljivali su se i dobrovoljci. Postupak je na našim galijama bio mnogo čovječniji, a veslači dobrovoljci bili su ravnopravni mornarima. Galijoti su primali i plaću, a u slobodnom vremenu najviše su izrađivali prekrasne modele brodova.

Galije su bile skupocjeni brodovi. Ukrasi i rezbarije stajali su gotovo kao pola brodskog trupa. Mnogo se trošilo i na uzdržavanje galija zbog velikog broja posade. Za daleka putovanja one se nisu mogle iskoristiti jer nisu imale velika skladišta za hranu i teret. Za trgovačka prekomorska putovanja bili su mnogo pogodniji brodovi na jedra, visokih bokova, s dubokim prostranim skladištima za teret i znatno manjom posadom.

Galijaca je bila velika galija visokih bokova iz XVII st., koja je značila prijelaz između brodova na vesla i jedrenjaka. Imala je palubu koja je pokrivala veslače, a na svakom boku po 25—30 vesala. Bila je opremljena sa tri jarbola i jedrima. Mogla se uspješno boriti s novom vrsti ratnih brodova na jedra visokih bokova i sa svim vrstima dotadašnjih brodova na vesla. Njezin je zapovjednik polagao zakletvu da će prihvatiti borbu i protiv 25 galija. Galijaca je imala ulogu razarača galija.

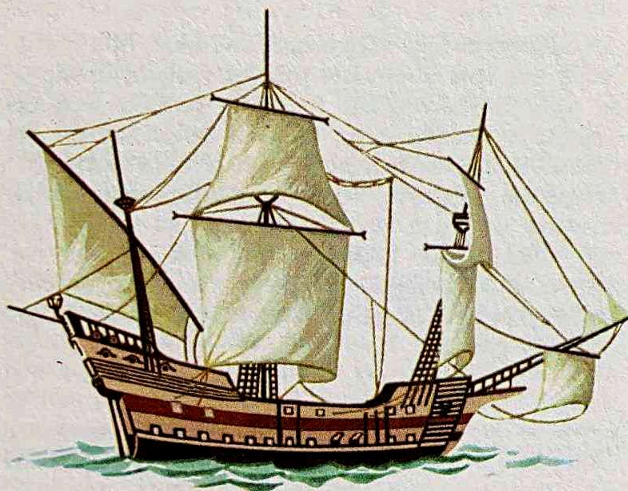
U doba linijskih ratnih brodova mnogo se trošilo na gradnju krma. Ukrašavali su ih najbolji kipari i oslikavali najčuveniji slikari



RATNI BRODOVI NA JEDRA

U pomorskim bitkama XVII st. najvažnije su oružje bili topovi. Da bi se ratni brod mogao što jače naoružati, uklonjena su vesla a bokovi su povišeni kako bi se u njima moglo nanizati što više topova. Jedrenjak bez veslača imao je manje ljudi u posadi, mogao je s manje hrane i vode ploviti u daleke prekomorske krajeve većom brzinom jer mu je povećana površina jedrilja, a nije se morao zaustavljati radi odmora veslača.

Galijun je prvi ratni brod na jedra bez vesala. Pojavio se u XVII st. Od galije mu je ostalo rilo, ali samo kao ukras i da pridržava kosnik. Na bokovima je imao dva reda topova, u pramčanom kaštelu 4, a u krmenom nadgrađu još 6 do 9 topova. Iz galijuna se postepeno razvio posljednji tip ratnog jedrenjaka — linijski brod.



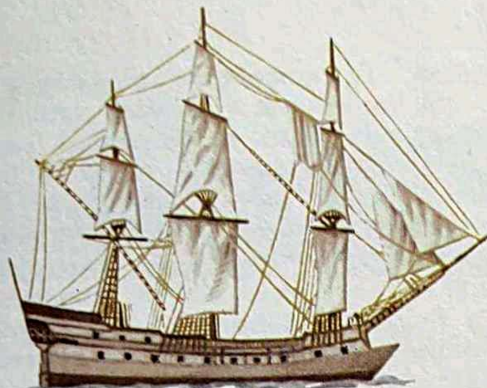
Galijun XVII st. Prvi ratni jedrenjak bez vesala

Linijski brod je bio u početku velik galijun. Trup se kroz stoljeća povećavao i sve više ukrašivao, osobito na krmi. Pramčano rilo još se dugo gradilo i održalo se do XVIII st. U XIX st. svi su linijski brodovi imali zatvoren pramac kao brodovi danas. Linijski brodovi nazivali su se tako jer su se borili u *liniji brazde*, jedan iza drugoga, topovima koji su bili smješteni u visokim bokovima. Na svakom boku bila su 2 ili 3 reda topova, pa su se i razlikovali dvopalubni i tropalubni brodovi. Svi su imali 3 jarbola, a na svakom po 3 do 4 jedra.

Linijski brodovi bili su najjači i glavni brodovi flote, pravi i neograničeni gospodari mora. Vlast su im mogli preoteti samo drugi linijski brodovi otvorenom borbom u usporednim linijama jer tada još nije bilo podmuklih oružja, mina i torpeda.

Četveropalubni linijski brod iz XVII stoljeća

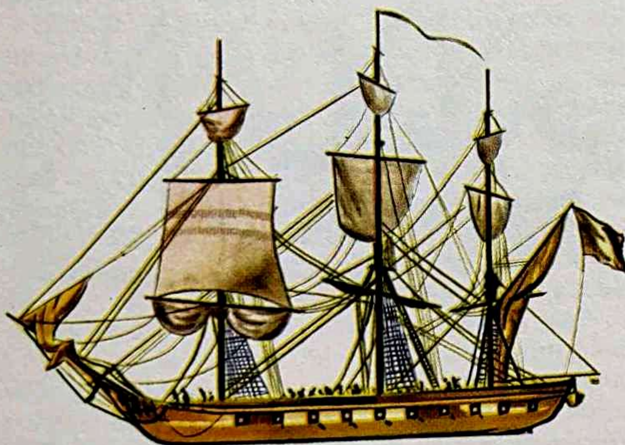
U flotama ratnih jedrenjaka bilo je i manjih brodova. Najvažnije su bile fregate i korvete. Jedne su i druge imale po tri jarbola i doimale su se kao umanjeni linijski brodovi.



Fregata XVIII stoljeća

Fregate su bile veće i imale su dva reda topova na svakom boku: jedan red u bateriji pod palubom, a drugi red na otvorenoj gornjoj palubi. *Baterija* je skupina topova, a tako se zove i prostor između dvije palube u kojemu su smješteni topovi. Fregate su se upotrebljavale za borbu i za izviđanje.

Korvete su bile još manje, s jednim redom topova. Upotrebljavale su se za izviđanje i prenošenje vijesti i zapovijedi.



Korveta XVIII stoljeća

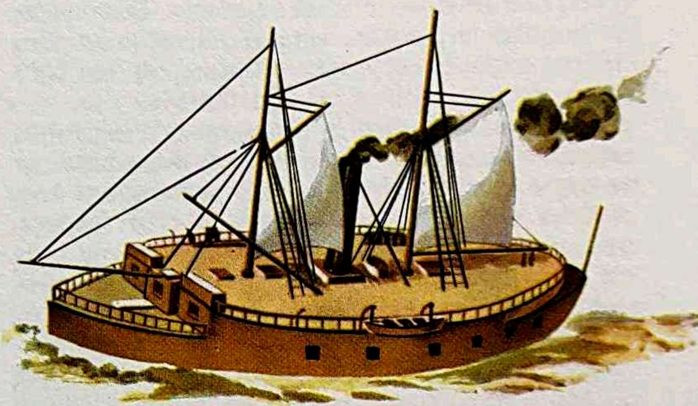
RATNI BRODOVI NA PARU

Prvi parni ratni brod bio je Fultonov *Demologos* sagrađen 1814, ali više kao eksperiment nego kao pravi borbeni brod. God. 1829. eksplodirao je od požara u barutani, a da nije sudjelovao ni u jednom ratu.

God. 1826. parni stapni strojevi ugrađivali su se najprije u korvete (160—450 KS), a od 1832. i u fregate (450—600 KS). Obje su vrsti brodova imale uz bočne kotače i jedra.

Prvi linijski brod na paru sagradili su Francuzi 1854. Bio je to drveni brod *Napoléon* od 5050 t istisnine sa strojem od 1100 KS i vijkom koji ga je pokretao brzinom od 13,8 čv. Imao je i potpuno jedrilje poput linijskih jedrenjaka. Zanimljivo je da linijski brodovi nisu nikada imali bočne kotače, već su od jedara odmah prešli na parni pogon s propelerom.

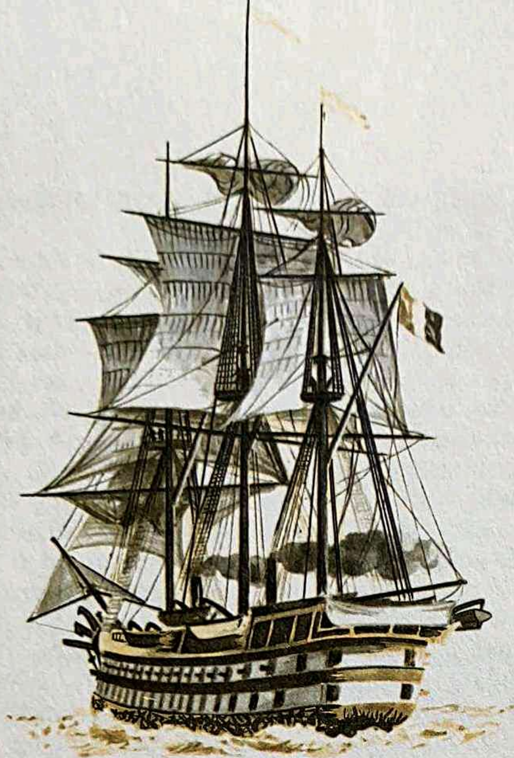
Brod *Napoléon* istakao se u krimskom ratu 1855, kada je plovio kroz Bospor tegleći protiv struje linijski jedrenjak *Paris* brzinom od 6 čv, dok su se engleski i francuski linijski jedrenjaci morali usidriti i čekati promjenu struje. Svi novi brodovi u Engleskoj i Francuskoj gradili su se od tada s parnim pogonom. Međutim, krimski rat je pokazao da su drveni brodovi osuđeni na propast. God. 1822. izumljena su rasprsna topovska zrna. To su bile šuplje željezne kugle promjera 200—250 mm, teške 30 kg, a u šupljini su imale 5 kg baruta koji se palio štapinom.



Oklopna plovna baterija iz krimskog rata 1854.

Oklopne plovne baterije. Zbog opasnosti od rasprsnih zrna Francuzi su počeli graditi oklopne plovne baterije, koje su se jedva mogle nazvati brodovima; doimale su se kao četverokutni sanduci. Jedva su se kretale brzinom od 4 čv i strašno se ljuljale na valovima. Ali imale su 20 cm debele drvene bokove i preko drva 11 cm debele željezne ploče. U krimskom ratu približile su se ruskim tvrđavama i sravnile ih sa zemljom, a da same nisu pretrpjele nikakvih oštećenja. Pobijedio je oklop, i započelo je takmičenje između topa i oklopa koje traje i danas.

Oklopnjače. Ohrabreni uspjehom oklopnih plovnih baterija Francuzi grade 1859. prvi oklopljeni brod *Gloire* (Gloar = slava). Trup mu je bio drven, a oklop od kovana željeza, debeo 120 mm; prostirao se po dužini od pramca do krme, a po visini od gornje do ispod donje palube. Osam kotlova pod tlakom od 1,8 atmosfere i stroj od 2537 KS gonio je oklopnjaču brzinom od 13,5 čv.



Parni linijski brod »Napoléon« iz 1854.

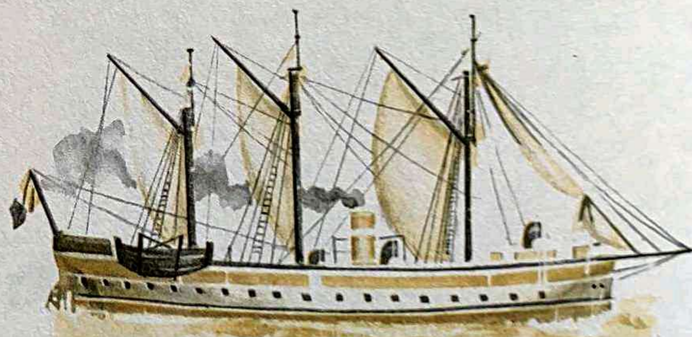
Izazvani francuskim oklopnjačama, Britanci su 1860. počeli graditi brodove sa željeznim trupom koje su oklopili željeznim pločama od 114 mm povrh drvene podloge od 450 mm.

Međutim, parostroj je probudio odavna zaboravljenu misao o borbi kljunom iz doba brodova na vesla. Jedrenjaci nisu mogli manevrirati kao brodovi na vesla, a zbog velikog broja topova na ratnim jedrenjacima nije se nijedan brod mogao nekažnjeno približiti neprijateljskom jedrenjaku da bi ga udario kljunom. Kako je parostroj učinio brod još pokretljivijim nego što je on bio u doba vesala, a oklop je zaštićivao trup od topovskih zrna, pomisao na borbu kljunom opet je postala primamljiva. Od tada pa sve do 1906. gradili su se brodovi s oštrim *kljunom* ispod vode. Ipak od toga nije bilo mnogo koristi. Za austrijsko-talijanskog rata 1866. samo je admiralu *Tegetthofu* pošlo za rukom da u *viškoj bitki* udarom kljuna potopi talijansku oklopnjaču *Re d'Italia*.

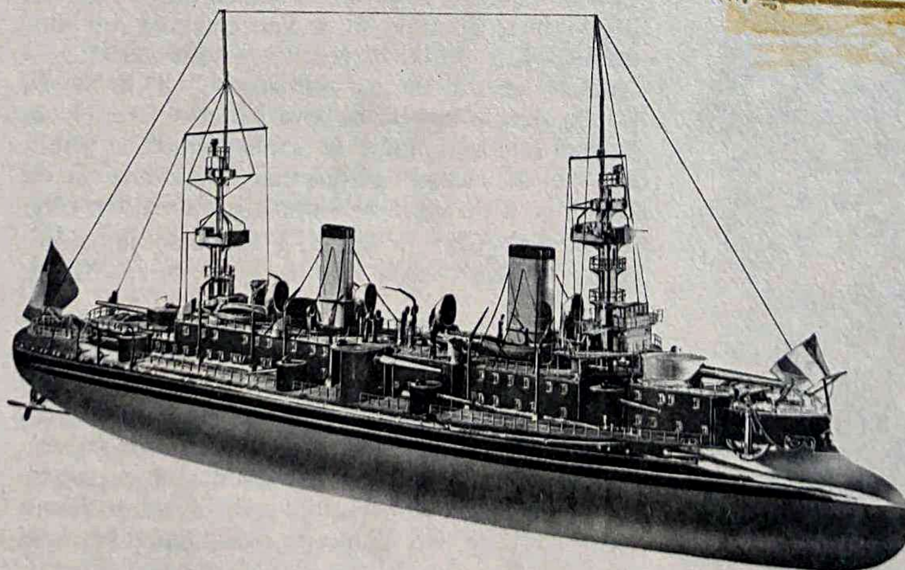
Monitori. Za američkoga građanskog rata (1861—65) borile su se i na moru južne države protiv sjevernih. Kad su Sjevernjaci napustili ratnu luku Norfolk, zapalili su parnu fregatu na vijak *Merrimac*, koja je izgorjela do vodene linije i potonula. Južnjaci su je digli s dna, namjestili joj željezni kljun i topovsku bateriju nagnutih zidova koje su oklopili unakrsnim željeznim šipkama. Naoružali su je s 10 topova.

Sjevernjačka drvena flota stražarila je ispred luke. Dovršeni Merrimac zaplovio je iz luke. Baterije s kopna zasule su ga granatama, ali one su se odbijale od zidova i padale u more. Vatrom iz topova Merrimac je smrvio krmu jednog broda, drugi je brod zapalio, zario mu kljun u bok i potopio ga. Merrimac je postao gospodar mora.

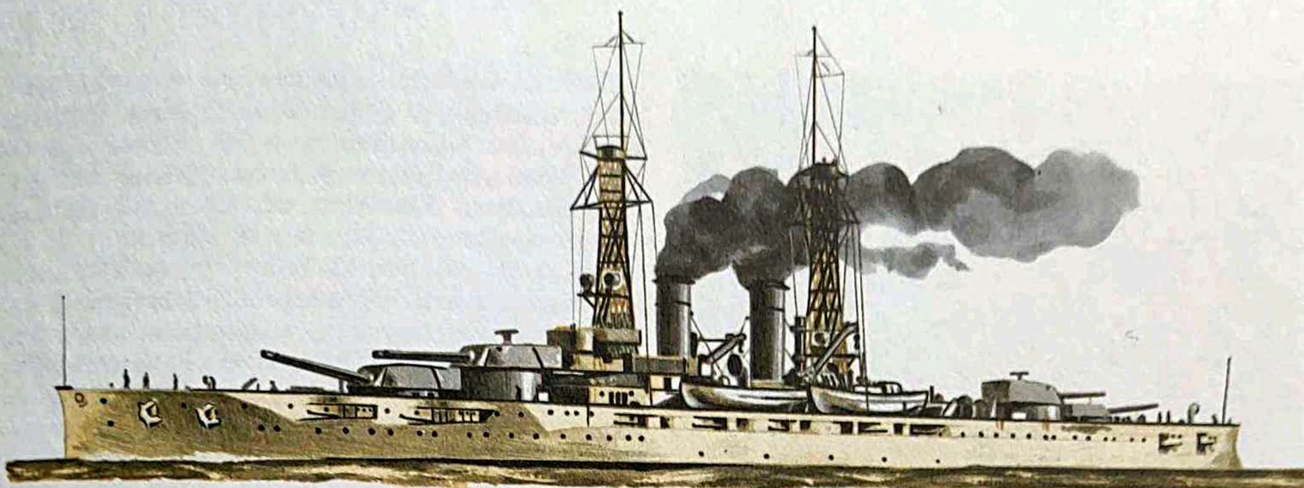
Sjevernjaci su od špijuna doznali što pripremaju Južnjaci u Norfolku i odmah su počeli graditi neobičan brod koji će svladati brod Merrimac. Sagradili su nizak posve oklopljen brod *Monitor*, kao neki plitki sanduk, i na nj namjestili okretljivu oklopljenu kulu u kojoj su bila



Prvi oklopljeni ratni brod. Francuska oklopnjača »Gloire« od 5675 t, iz 1859. god.



Željezna oklopnjača iz 1895. sa čvrstim podvodnim kljunom i različnim topovima



Gore: američki bojni brod »New York« od 27 000 t iz 1912.
Dolje: američki monitor »Miantonomoath« od 4500 t iz 1864.



dva topa od 280 mm. Monitor je stigao pred Norfolk 8 sati poslije Merrimacove pobjede i prisilio ga da odstupi.

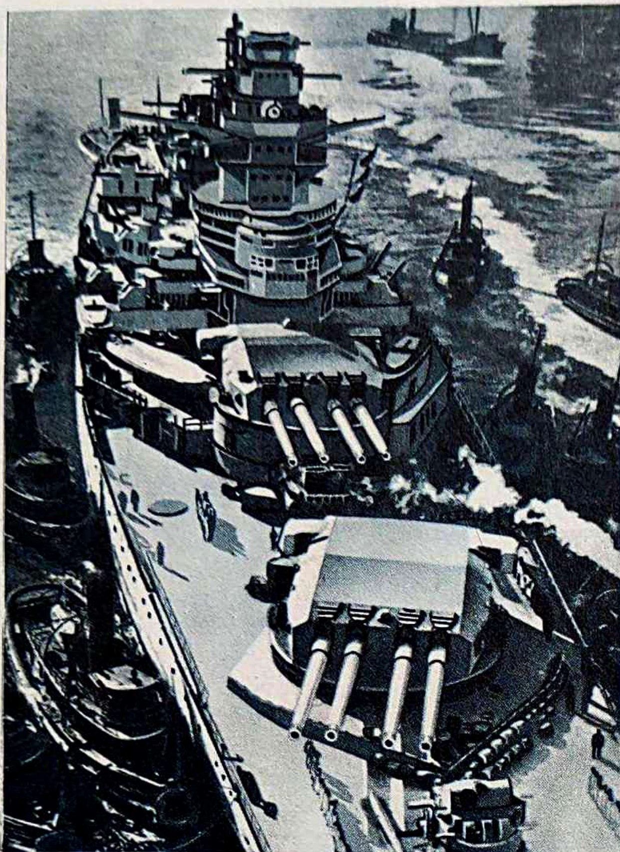
Iako je Monitor mogao izdržati ogorčen topovski dvoboj, ipak nije bio pogodan za morsku plovidbu. Na njegovu povratku valovi su se lomili na niskoj palubi, voda je prodirala kroz otvore i kroz dimnjak i potopila ga. Po Monitoru su kasnije svi niski brodovi plitka gaza s okretljivim kulama nazvani *monitori*, ali su se oni gradili samo za plovidbu rijekama, ili kao specijalne oklopnjače za bombardiranje obale iz plitkih i zaklonjenih voda. Od Monitora su do danas ostale *okretljive oklopne topovske kule*.

Jedra su se održala na ratnim brodovima sve dok parni strojevi nisu postali posve pouzdani, osobito dok čeličane nisu usavršile proizvodnju dobra čelika od kojega su se mogle izrađivati sigurne osovine propelera, jer su slabe osovine bile uzrok najtežih kvarova. Jedra su konačno uklonjena oko 1880. Oklopnjače su se razvijale i usavršavale u čvrstoći trupa, žilavosti u borbi, u veličini i brzini, ali i u snazi topova. Godine 1900. dostigle su istisninu od oko 14 000 t i brzinu do 19 čv. Bile su naoružane čitavom zbirkom različnih topova. Npr. talijanska oklopnjača *Benedetto Brin* imala je tešku artiljeriju (4 topa od 305 mm) i pomoćnu artiljeriju (4 topa od 200 mm) za borbu s oklopnjačama, srednju artiljeriju (12 topova od 150 mm) za borbu s krstaricama i laku artiljeriju (14 topova od 76 mm, 8 topova od 47 mm i 6 topova od 36 mm) za odbijanje noćnih napada torpednih brodova. Pravi muzej svakovrsnih topova!

Preddrednoti. Rusko-japanski rat (1903—04) istakao je važnost teške artiljerije jer su se brodovi borili na velikim daljinama, a da manji topovi nisu ni mogli sudjelovati u borbi. I torpeda su postala opasno oružje s dometom od 4000 m. Stoga je trebalo pojačati tešku artiljeriju, ali i veličinu trupa koji će je nositi, a uz to poboljšati i podvodnu zaštitu broda. Tako su nastali *preddrednoti* (preteče drednota) s istisninom od 19 000 t. Oni su imali u kulama 4 glavna topa od 305 mm i 10 pomoćnih topova od 230, a uz to i laku artiljeriju (24 topa od 76 mm). Preddrednoti su plovili brzinom od 18 do 20 čv.

Bojni brodovi (drednoti) pojavili su se za takmičenja u naoružanju između Njemačke i Velike Britanije. Njemačka je oko 1900. trošila sve više novaca na gradnju moderne flote, a uz to je vodila i veoma silovitu vanjsku politiku. Izazvana njemačkim prijetnjama Velika Britanija je odlučila sagraditi novi oklopni brod koji će nadmašiti sve oklopnjače svijeta i potisnuti ih u drugi red. I doista, 1906. porinut je u more *Dreadnought* (Drednot = Nebojša), brod naoružan samo jednom vrstom teških topova od 305 mm i lakom artiljerijom (24 topa od 76 mm). Na Dreadnoughtu je bilo toliko novosti da je doista potisnuo sve ostale brodove svijeta, ali Britanci nisu pomišljali da će drednoti potisnuti i njihove starije brodove kad i Nijemci počnu graditi drednote. Kako stariji brodovi nisu bili dorasli za borbu s drednotima, Velika Britanija i Njemačka morale su svoje mornarice obnavljati iznova gradnjom drednota.

Brod je imao istisninu od 17 900 t, oklopni pojas debeo 278 mm, uzdužne i poprečne pregrade za obranu od mina i torpeda. Druga je velika novost bio turbinski pogon. Dvije skupine turbina s ukupno 24 000 KS okretale su 4 vijka i tjerale brod brzinom od 21 čv. Dreadnought je imao tronožne jarbole bez pripona i drugih



Prednji topovi od 380 mm francuskog drednota »Richelieu« iz 1939.

užeta koja smetaju topovima. Na njemu je bilo toliko novosti da je postao uzorom svim brodovima svijeta. Tako je započela nova klasa najjačih brodova koji su nazvani drednoti ili bojni brodovi

Za prvoga svjetskog rata (1914—18) bojni brodovi bili su mnogo veći. Povećana im je istisnina (28 000 t), brzina (24 čv) i žilavost (izdržljivost u borbi), a teška artiljerija pojačana je na 8 topova od 381 mm.

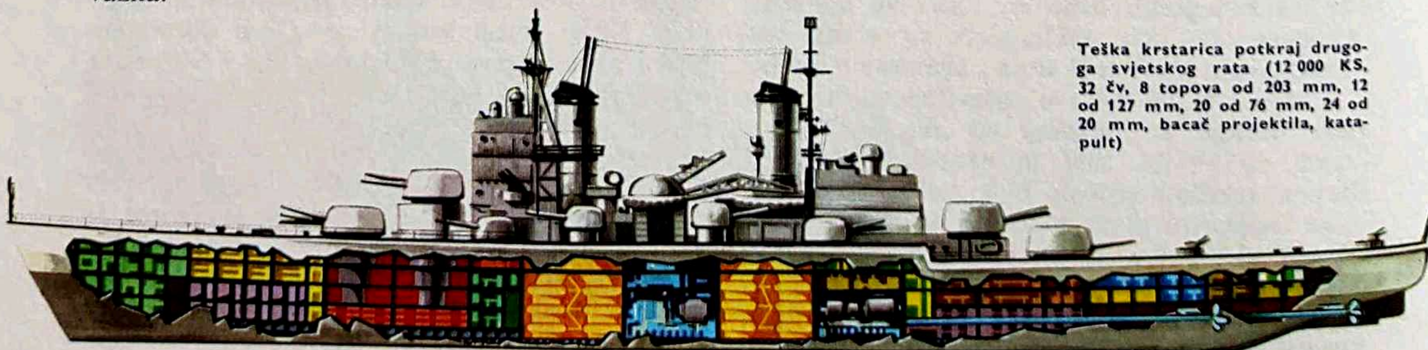
Na kraju drugoga svjetskog rata (1939—45) bojni brodovi dosegli su istisninu od 45 000 t i plovili su brzinom od 33 čv. Teška artiljerija imala je 9 topova od 406 mm, srednja artiljerija 20 topova od 127 mm, a laka 30—80 topova od 40 mm. Srednja i laka artiljerija služile su i za protuavionsku obranu koja je postala veoma važna.

Tako je bojni brod postao golema plovna tvrđava, vrijedna oko dvije milijarde dinara. Zaštićen je oklopom od najtvrđeg čelika koji je debeo oko 400 mm (uvijek približno jednak kalibru teških topova). Topovima od 406 mm može zametnuti borbu s daljine od 35 kilometara. *Nelsonov* je drveni linijski brod *Victory* (Viktori) prema modernom bojnom brodu bezazlena igračka. Pa ipak, Victory je bio neograničeni gospodar mora, a najmoderniji bojni brod danas ne vlada ni u krugu polumjera od 35 kilometara koliki mu je domet topova, pa čak ni u samoj luci u kojoj je privezan jer mu prijete podvodne mine, torpeda, avionske bombe, raketna oružja svih vrsti s upravljivim projektilima sa strašnim nuklearnim nabojem. I najjači drednoti-nebojše postali su u modernoj borbi nemoćni i prestali su se graditi. U modernoj ratnoj mornarici, osim možda negdje u rezervi, više ih i nema. Svoje mjesto prvaka flote ustupili su novoj klasi brodova, koji nemaju stare tradicije kao oni: nosačima aviona.

MODERNA RATNA MORNARICA

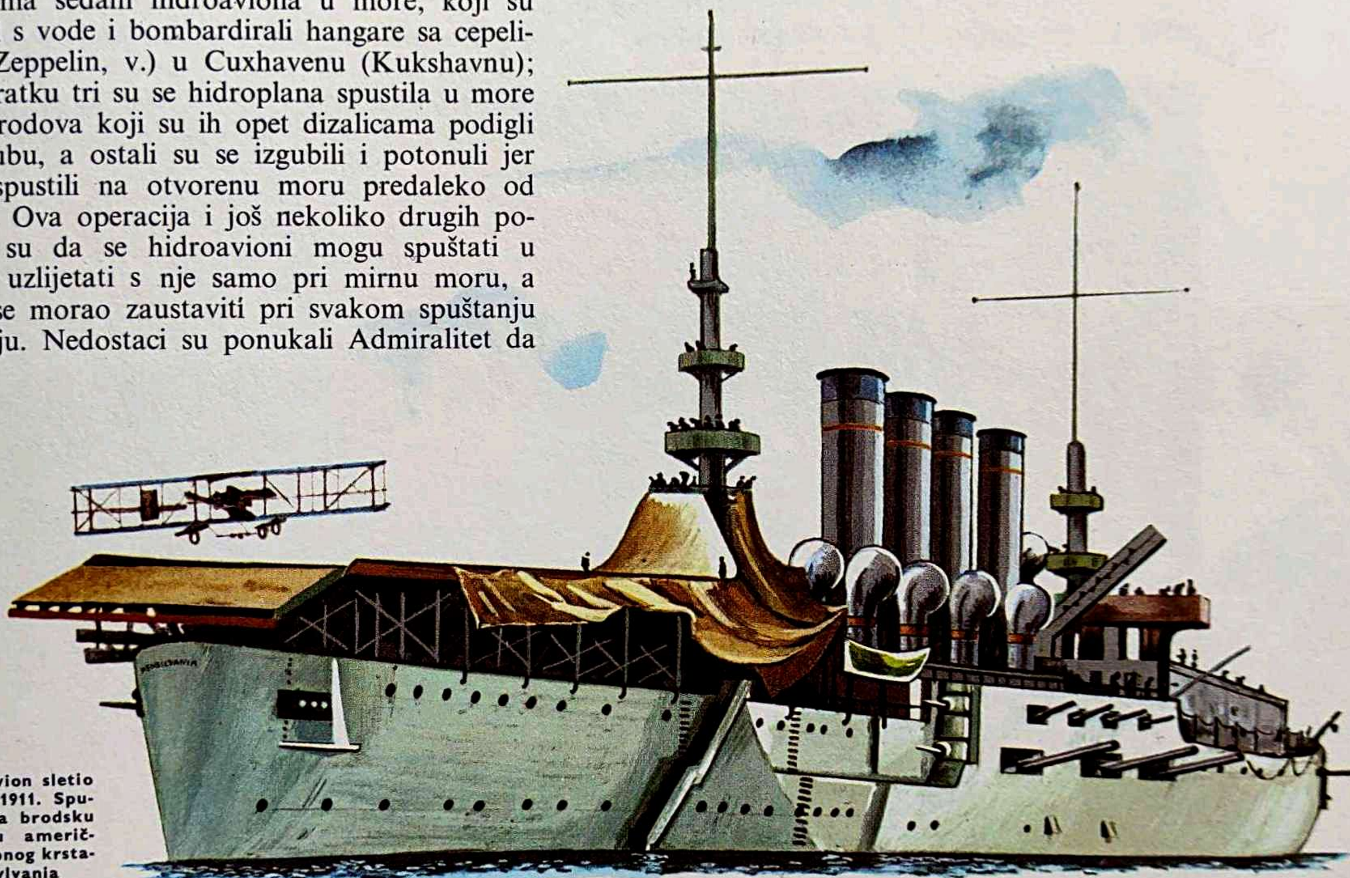
Moderni ratni brodovi dijele se na nosače aviona, nosače helikoptera, bojne brodove (u rezervi), krstarice, razarače, eskortne brodove (pratioce), patrolne brodove, torpedne čamce, topnjače, minopolagače, minonosce, monitore, desantne brodove i podmornice. Osim toga, ima mnogo klasa pomoćnih brodova. To su mrežonosci, matični brodovi za torpedne čamce i za podmornice, brodovi za spasavanje aviona itd.

Nosač aviona je u drugom svjetskom ratu postao nosač glavne udarne snage, a bojni brod je dobio sporednu ulogu: svojim topovima morao je braniti nosače od napada s mora i iz zraka. Nekadašnji nebojše postali su domalo skupe protuavionske baterije, pa su ih zamijenili mnogo jeftinijim krstaricama, to prije što sada one mogu nositi projektile koji su mnogo razorniji nego i najteži topovi bojnih brodova.



Teška krstarica potkraj drugoga svjetskog rata (12 000 KS, 32 čv, 8 topova od 203 mm, 12 od 127 mm, 20 od 76 mm, 24 od 20 mm, bacač projektila, katapult)

Nosači aviona nemaju dugu prošlost. Američki pilot *George Ely* (Džordž Eli) prvi je 1910. uzletio avionom od 50 KS s platforme duge 24 m sagrađene na pramcu krstarice *Birmingham* (Birmingem). On je 1911. i prvi sletio na platformu dugu 32 m koja je pokrivala krmu oklopnom krstašu *Pennsylvania* (Pensilvenija). Pokuse su nastavili Britanci na bojnim brodovima. Kad su ustanovili da uzletne platforme smetaju topovima, pregradili su trgovačke brodove u nosače hidroaviona, ali su se ti mali brodovi od 2500 t odviše ljuljali na valovima. Tri takva broda približila su se 1914. njemačkoj obali, spustili su dizalicama sedam hidroaviona u more, koji su uzletjeli s vode i bombardirali hangare sa cepelinima (Zeppelin, v.) u Cuxhavenu (Kukshavnu); na povratku tri su se hidroplana spustila u more blizu brodova koji su ih opet dizalicama podigli na palubu, a ostali su se izgubili i potonuli jer su se spustili na otvorenu moru predaleko od nosača. Ova operacija i još nekoliko drugih pokazale su da se hidroavioni mogu spuštati u vodu i uzlijetati s nje samo pri mirnu moru, a nosač se morao zaustaviti pri svakom spuštanju i dizanju. Nedostaci su ponukali Admiralitet da se umjesto hidroaviona upotrijebe avioni s kotačima. Odmah je oklopni krstaš *Furious* (Fjuries) od 18 400 t pregrađen u plovni aerodrom s palubom za uzlijetanje i slijetanje i s ugrađenim hangarom ispod palube za pohranu aviona. Tako je 1918. nastao prvi pravi nosač aviona koji je mogao ploviti brzinom od 31 čv pa je odmah uključen u izviđačku flotu i upućen prema njemačkoj obali. Kad se približio na 80 nm od zrakoplovne baze Tonder, uzletjelo je s njega 7 aviona koji su sa 14 bombi od 23 kg razorili dva hangara i dva cepelina. Na povratku od 7 aviona dva su se sretno spustila na nosač, tri su se radije spustila na danske livade, jedan je sletio na more, a njegova pilota je spasio neki britanski razarač; jedan je avion nestao.

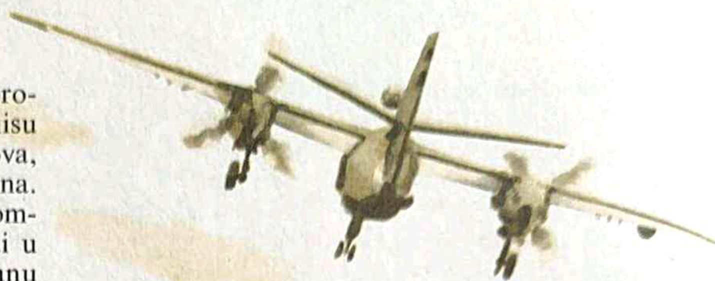


Prvi je avion sletio na brod 1911. Spustio se na brodsku platformu američkog oklopnog krstaša Pennsylvania

Shvativši važnost aviona koji bi pratili flotu na moru, osobito za izviđanje, Britanci su i poslije rata od 1919. do 1939. pregrađivanjem starih ratnih brodova i gradnjom novih nosača povećali broj nosača aviona. Njihov su primjer slijedili Japanci i Amerikanci. U početku drugoga svjetskog rata imale su Velika Britanija 11, Francuska 1, a SAD i Japan po 6 nosača. Njemačka i Italija nisu imale nijednog nosača jer im nisu na vrijeme pridavali važnost. I doista, malo je bilo pomoraca koji su mogli naslutiti da će avijacija iz temelja promijeniti način ratovanja na moru. Flota nije više bila sigurna ni u ratnim lukama. Britanci su 11. XI 1940. jednim nosačem prišli na 170 nm talijanskoj ratnoj luci *Taranto*. S njega su uzletjeli torpedni avioni i potopili 3 bojna broda. Japanci su sa 6 nosača aviona dovezli zračnu flotu aviona preko čitava Tihog oceana nadohvat Havajskih otoka. S njih je uzletjelo 360 aviona i 7. XII 1941. napalo američku flotu u luci *Pearl Harbor* (Perl Harbor); tom prilikom potopili su i oštetili 8 bojnih brodova usred ratne luke.

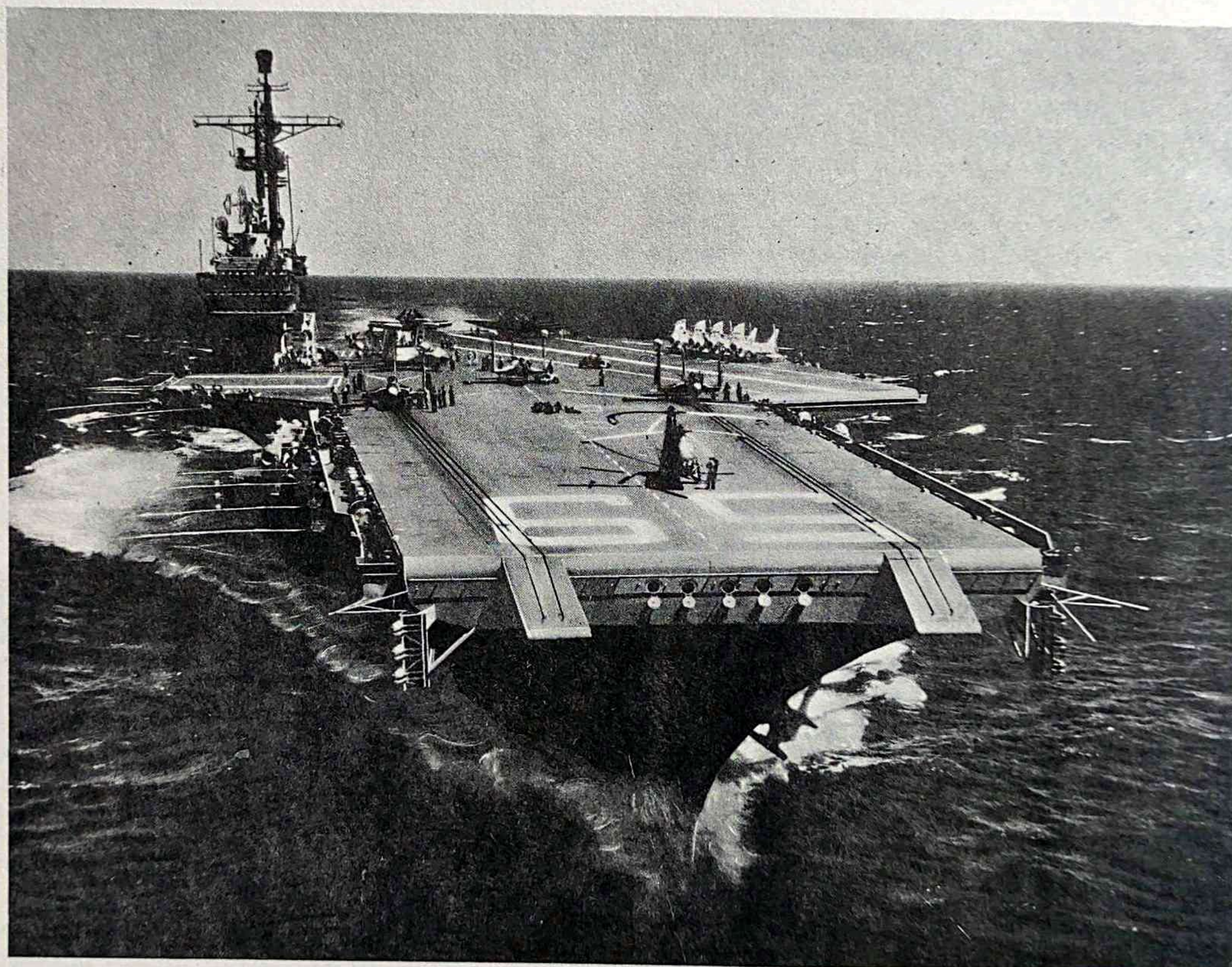
Međutim, na oceanskoj pučini dogodila se još veća promjena u načinu ratovanja. Japanci bi se približavali s jedne, a Amerikanci s druge strane. Izviđački avioni javili bi približavanje flota. Odmah bi uzletjeli avioni s jedne i s druge

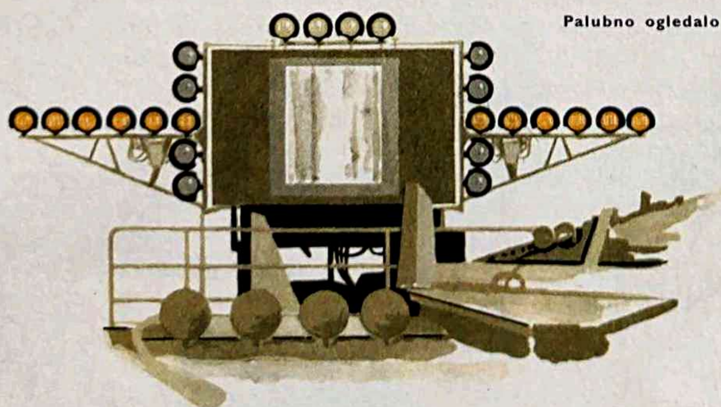
strane. Japanski avioni napali bi američke brodove, a američki japanske. Bitke se više nisu vodile na 30 km, tj. na domet teških topova, nego na više stotina kilometara, nadohvat aviona. Pobijedio bi onaj koji je mogao uputiti više bombardera i torpednih aviona u napad i zadržati u zraku iznad flote više lovačkih aviona za obranu brodova. Najveći je bio uspjeh ako se potopio nosač aviona jer se time uništio plovni aerodrom sa svim bombarderima, torpednim i lovačkim avionima; izvojevala bi se i prevlast u zraku. Nosači su tako postali glavni cilj napada i glavna briga obrane. Bojni brodovi i svi ostali oko njih upotrebljavali su se samo kao plovne protuavionske baterije za obranu nosača aviona.



Sve su zaraćene države odmah ubrzale gradnju nosača. SAD su ih izgradile ukupno 110, Velika Britanija 61, a Japan 25. Prema svrsi gradile su se 3 vrsti: teški nosači sa 100 aviona, laki sa 40—60 i eskortni (pratilački) nosači sa 30—40

Američki nosač aviona »Forrestal« od 60 000 t, nosi 100 aviona





Palubno ogledalo

Teški nosač aviona je najvažniji brod moderne flote. Troškovi gradnje američkoga teškog nosača na nuklearni pogon *Enterprise* (Entrprajz), bez aviona i njihovih oružja, cijene se na četiri milijarde dinara. Već se i po cijeni može zaključiti o veličini broda i složenosti uređaja na njemu. Istisnina je takva broda 85 350 t, dužina 305 m, širina trupa 40,5 m, širina palube 76,8 m.

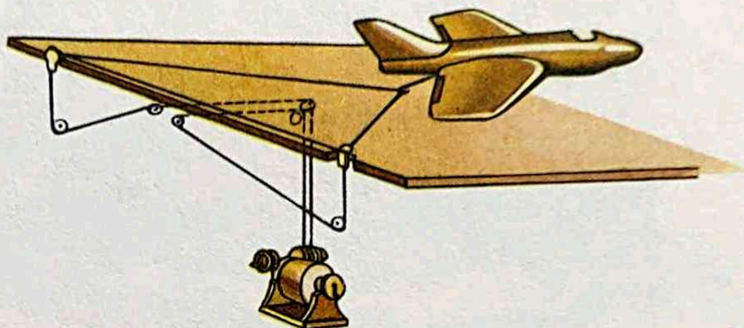
Trup nosača aviona ima dvostruko dno i podijeljen je nepropusnim pregradama na oko 300

izoliranih prostorija. Ima bočni oklop i oklopljene palube ukupne debljine oko 400 mm. Čitav trup je pokriven uzletnom palubom koja je iznad trupa debela oko 102 mm. Ona strši ispred pramca i izvan krme te s obje strane preko bokova. Sva nadgrađa sa zapovjedničkim mostom i dimnjaci obično su s desne strane, a jarboli s antenama su vodoravni tako da čitava paluba ostaje slobodna za uzlijetanje i slijetanje. Na palubi su bijelom bojom označene dvije staze. Uzletna staza teče ravno duž broda, a slijetna staza za 10° zakošeno. Na kosu stazu mogu slijetati avioni dok se na uzdužnoj drugi pripremaju za uzlet.

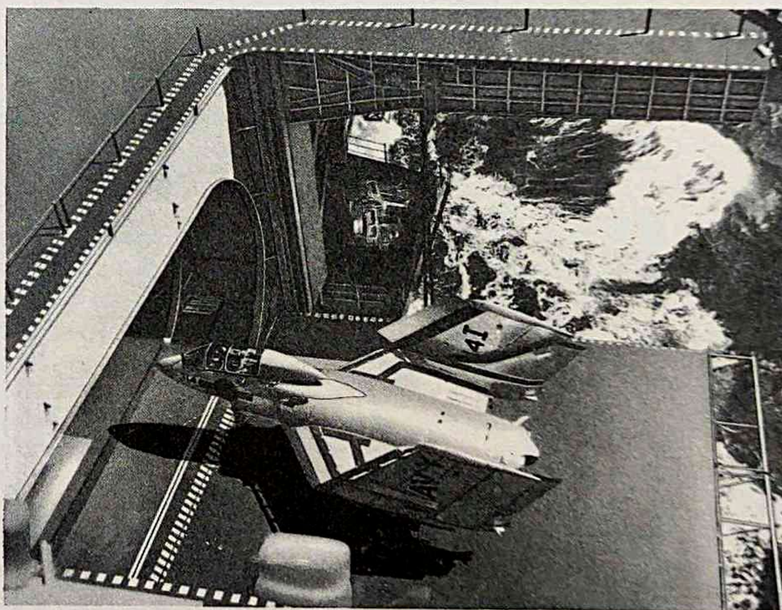
Avioni su pohranjeni u dva reda (dva kata) *hangara* ispod uzletne palube. Krila su im preklopljena da ih više stane. Prije polaska na različite zadatke dižu se iz hangara sa 4 golema *dizala* (lifta), traktorima se dovlače na ravnu uzdužnu uzletnu palubu, krila im se opružaju, a motori ugrijavaju. Da se ne bi pomicali, učvršćeni su za palubu Osim toga, na pramcu je podignut *vjetrobran* (visok čelični zid) koji zaklanja uzletište od vjetra. U sredini palube na pramcu je i otvor kroz koji izlazi tanak *jezičac dima*. Zapovjednik prije uzlijetanja aviona okreće čitav nosač protiv vjetra. Kad je usmjeren tačno u vjetar, dimni jezičac se prostire po srednjoj crti uzletišta i služi za kontrolu smjera. Na pramcu se spusti vjetrobran. Prvi avion stavlja motor u pogon da radi punom snagom, a isto tako punom snagom plovi i nosač. Brzina pravog vjetra i brzina prividnog vjetra od vožnje broda zbrajaju se. Ta brzina vjetra pomaže avionu da se lakše uzdigne. Prije uzlijetanja otpuste se spone što drže avion za palubu, i on, povučen elisama ili potisnut mlazovima, nakon vrlo kratka vožnja po palubi, uzlijeće. Iza njega slijedi odmah drugi, pa treći i ostali avioni redom.

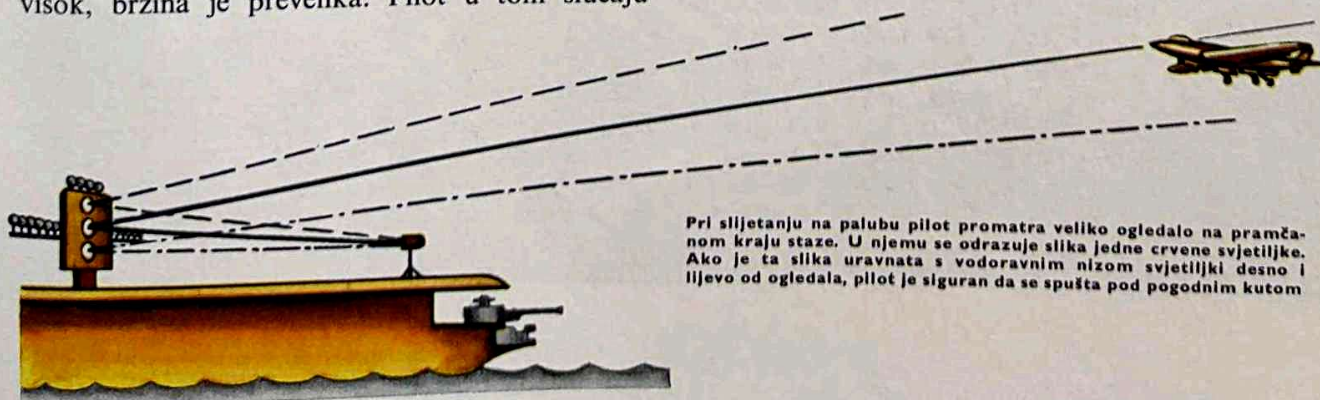
Nakon izvršenog zadatka avion se vraća. Nosač ga dočekuje opet okrenut pramcem protiv vjetra vozeći svom snagom. Duž palube duše žestok vjetar, kojemu se pridružuje i vjetar od brze vožnje nosača. Oba vjetra smanjuju brzinu aviona, koji se spušta leteći protiv vjetra. Pilot usmjeruje avion prema srednjoj bijeloj crti sletne staze. U slušalicama čuje stalan zvuk. Ako je brzina slijetanja dobro podešena, zvuk je srednjeg tona. Ako je zvuk dubok, brzina je premalena, i pilot mora ubrzati rad motora. Ako je zvuk visok, brzina je prevelika. Pilot u tom slučaju još povećava brzinu, prelijeće stazu, okreće se i slijeće ponovno. Ako je zvuk srednjeg tona, avion se može spuštati. Pilot promatra veliko ogledalo koje se nalazi na pramčanom kraju staze. U njemu se odrazuje slika jedne crvene svjetiljke što se nalazi na krmenom kraju sletne staze, tačno pod onim kutom pod kojim se pilot mora spuštati prema palubi. Desno i lijevo od ogledala su po tri žute svjetiljke. Pilot se

Pri slijetanju na palubu avion zakvači repnom kukom razapetu žicu koja ga naglo zaustavlja



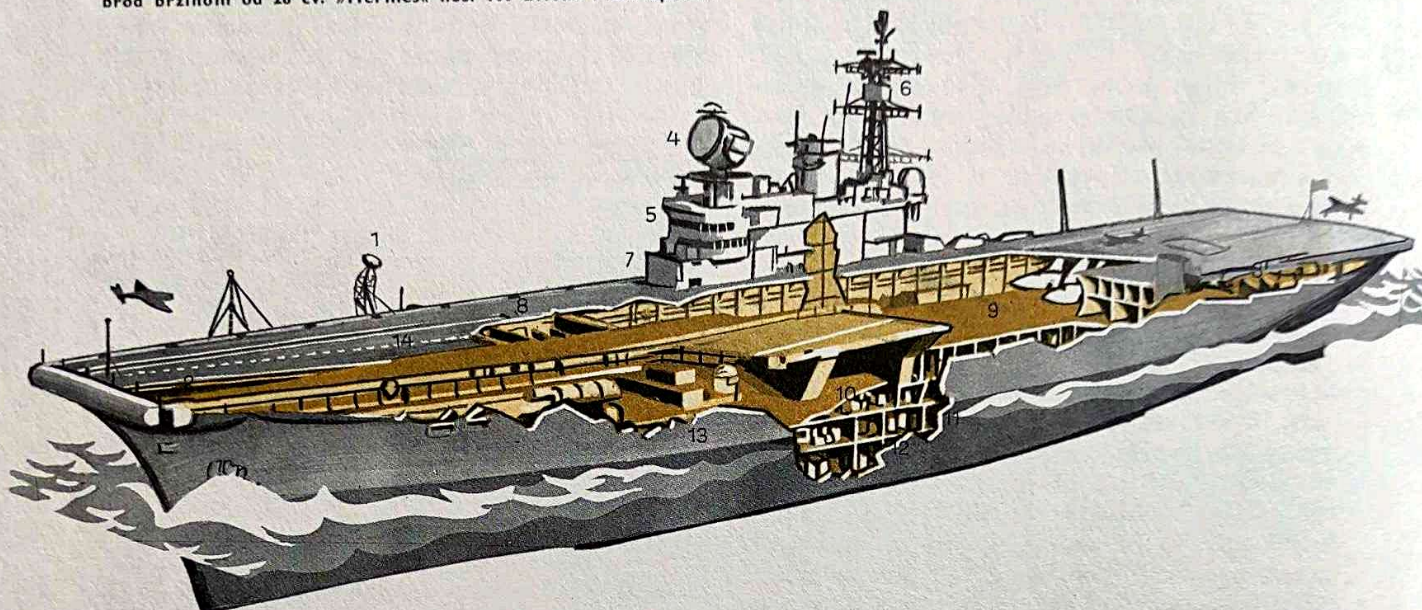
Dizanje aviona sa sklopljenim krilima dizalom iz hangara na palubu





Pri slijetanju na palubu pilot promatra veliko ogledalo na pramčanom kraju staze. U njemu se odrazuje slika jedne crvene svjetiljke. Ako je ta slika uravnata s vodoravnim nizom svjetiljki desno i lijevo od ogledala, pilot je siguran da se spušta pod pogodnim kutom

Britanski nosač aviona »Hermes« od 23 000 t iz 1953. Kotlovi s loženjem na ulje i parne turbine ukupne snage od 340 000 KS tjeraju brod brzinom od 28 čv. »Hermes« nosi 100 aviona i svu opremu



1. radio-far, 2. katapult, 3. automatski protuavionski topovi, 4. radar, 5. zapovjednički most, 6. kontrola letenja, 7. brodski obavještajni centar, 8. dizalo, 9. hangar, 10. kotlovnica, 11. strojarnica, 12. pomoćni strojevi, 13. municijske komore, 14. palubni žičani ustavljači

pravilno spušta kada vidi crvenu svjetiljku u istoj ravnini sa žutim svjetiljkama. Ako je crvena svjetlost niža ili viša od žutih svjetiljki, avion se treba malo spustiti ili podići.

Avion koji se vraća prema svom nosaču, čim ugleda svoj brod, spušta *stajni trap* (kotače) koji je za leta bio uvučen. Istodobno s kotačima ispušta iz repa i jaku čeličnu kuku. Na nosaču aviona razapeto je nekoliko centimetara iznad sletne staze 8—10 čeličnih žica. Čim kotači dodirnu palubu, avion vozi po stazi, a kad malo izgubi brzinu, spusti mu se rep, i kuka na avionu zahvati jednu od razapetih žica te je povuče za sobom. Žica se izvlači iz palube jer se odmata s bubnja kočnice, ali i vrlo snažno zadržava i napokon zaustavlja kretanje aviona. Kad se avion zaustavi, žica se otkvači, sama se namota na bubnju kočnice i ponovno napne da bi zadržavala i zaustavljala idući avion.

Kad se avion zaustavi, sklapaju mu se krila, a traktor ga dovlači na platformu dizala koje ima površinu od oko 500 m². Platforma se spusti do hangara pod palubom, gdje drugi traktor odvuče avion na njegovo mjesto, a prazno se dizalo odmah digne da može primiti idući avion. Dizalo je tako sagrađeno da se može dizati i spuštati i kad je brod nagnut. Platforme dizala na novim nosačima aviona nisu više četverokutne, nego imaju oblik obrisa aviona kako bi mogle primiti i najveće avione.

Da bi teški i brzi avioni mogli uzletjeti, potrebna im je vrlo duga uzletna paluba. Modernom mlaznom avionu lovcu treba za uzlijetanje staza duga gotovo 2 km. Kako se na brodu ne može izgraditi tako duga paluba, upotrebljavaju se *katapulti*, sprave koje strelovitom brzinom izbacuju avion sa sletne palube prema naprijed. Prvi su katapulti bili na hidraulički pogon. Međutim, kad su nosači morali ukrcati teže i brže avione koji zahtijevaju i veću brzinu uzlijetanja, hidraulički uređaji bili su preslabi. Stoga su uvedeni šest puta jači parni katapulti. Najnoviji katapulti na američkim nuklearnim nosačima još su 50% jači jer su izrađeni na pogon s unutrašnjim izgaranjem. Prvi nosači aviona imali su dva katapulta, a najmoderniji su opremljeni sa četiri koji mogu avione izbacivati istodobno.

Od parnog katapulta na palubi se vidi samo dvostruka tračnica sa žlijebom dugim do 100 m iz kojega proviruje vučni klizač. Ispod palube su dva pogonska cilindra duga kao i tračnice, a u svakom cilindru je po jedan stap. Stapovi su međusobno povezani sponom, a na njoj je učvršćen vučni klizač koji proviruje iz žlijeba na palubi i vuče avion. Ispod cilindra je spremnik pare u koji dolazi para iz parnog kotla. Parne cijevi vode iz kotla u spremnik, a odatle u pogonske cilindre katapulta.

Avion spreman za uzlet, s pilotom na svom sjedištu, dovuče se traktorom iznad početka žlijeba i pričvrsti za vučni klizač katapulta. Kad treba avion izbaciti, pilot stavi motor u pogon i uputi ga svom snagom, ali avion ipak ne može još uzletjeti jer ga pridržava zadržač. Kad na zapovijed strojar katapulta otvori parni ventil, para sukne iz parnog spremnika u pogonske cilindre i potisne stapove strelovitom brzinom prema naprijed. Stapovi povuku za sobom vučni

klizač, a on povuče avion sve do kraja žlijeba između tračnica. Tu se zadržač otvori i ispusti avion koji je dostigao brzinu dovoljnu za uzlijetanje. Kako su već i elise ili mlazni motori dosegli punu snagu, avion nastavlja let.

Posebni uređaj vraća pokretne dijelove katapulta za 10—12 sekundi u početni položaj za izbacivanje idućeg aviona.

Atomski nosač aviona ima 4 vijka što ih okreću četiri parne turbine. Na brodu je 8 vodom hlađenih reaktora od 35 000 KS koji napajaju 32 izmjenjivača topline. Ukupna pogonska snaga iznosi 280 000 KS, a brod može dostići brzinu od 35 čv. Nosač na nuklearni pogon može ploviti 5 godina bez izmjene goriva. Međutim, s vremena na vrijeme mora ukrcavati za pogon aviona benzin, drugo gorivo, mazivo ulje itd., a za posadu hranu i vodu.

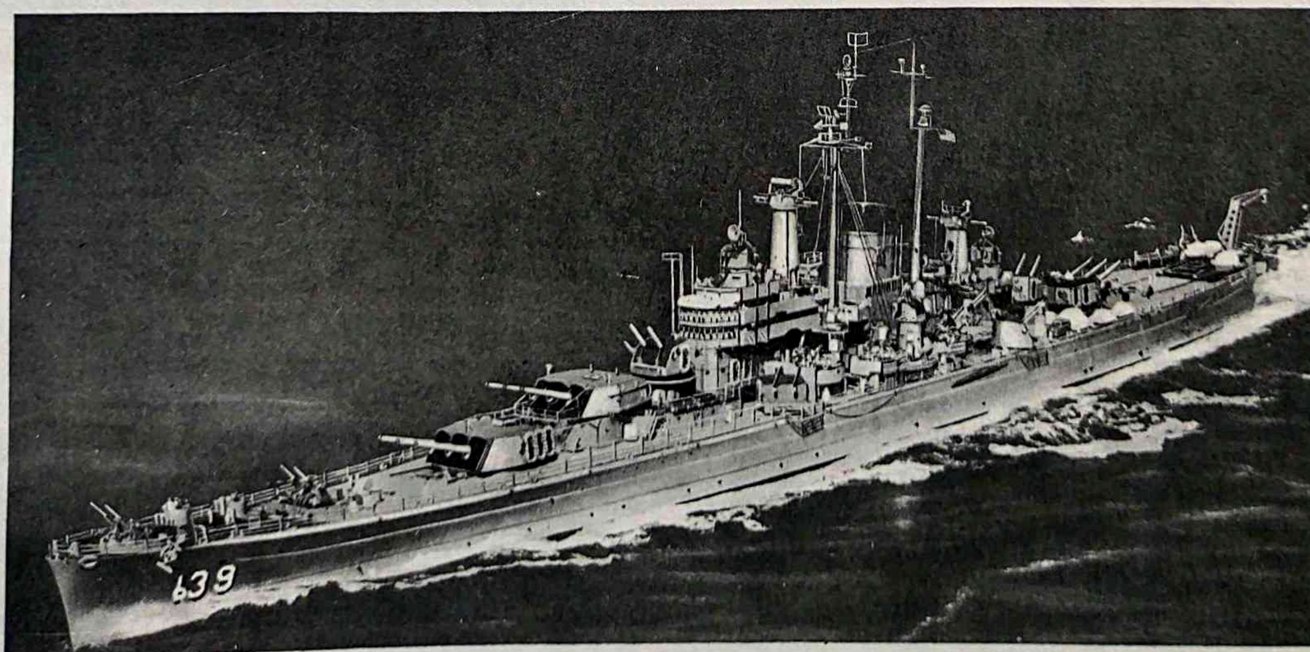
Benzin za avione spremljen je u tankovima. Da se smanji opasnost od požara, koji najčešće nastaje od benzinskih para skupljenih u tankovima, sva su spremišta napunjena dušikom ili drugim negorivim plinom. Ti plinovi tlače i tjeraju benzin kroz cijevi do uzletišta, a tlak se može toliko povećati da se benzinom mogu opskrbljivati kroz posebne cijevi i zrakoplovi u zraku visoko iznad palube.

Posada nuklearnog nosača aviona sastoji se od 4200 mornara i podoficira i 440 oficira. Na brodu je sve uređeno da boravak na njemu bude što ugodniji. Kabine, blagovaonice, kavane, knjižnice, čitaonice i druge prostorije najmodernije su uređene i ugodno obojene i osvijetljene. Za brz izlazak pilota na palubu ugrađene su pokretne stepenice. Na uzletištu je uvedena stroga podjela dužnosti. Mehaničari u modrim odijelima pripremaju avione za uzlet, mornari u crvenim odorama pune avionske rezervoare benzinom i namještaju bombe, rakete ili torpeda. Piloti u protutežnim odorama narančaste boje, sa žutim pojasima za spasavanje, ulaze u avione posve spremne za polijetanje.

Hrana za stanovnike ovoga plovnog grada pohranjena je u golemim hladnjačama. Iako bi golemi tankovi za pitku vodu bili dovoljni za osrednji grad, ipak im je obujam premalen za dug boravak na moru. Stoga brod ima tvornicu pitke vode koja se dobiva destilacijom mora.

Nosač aviona pun je veoma osjetljiva tereta: aviona, benzina, ulja, avionskih raketa, bombi i torpeda. Paluba goleme površine od oko 22 000 m² ne može se pokriti oklopom dovoljne debljine da bi se utroba zaštitila od topovskih granata, a ni podvodna zaštita protiv pogodaka torpeda ne može se izraditi tako čvrsto kao na bojnim brodovima. Zato nosač mora izbjegavati neprijateljske ratne brodove, a moraju ga pratiti i štititi vlastiti ratni brodovi. Protiv napada iz zraka nosač aviona naoružan je veoma jakim topovima za gađanje aviona i brodova i upravljivim projektilima. Svi su topovi smješteni u kulama na bokovima ispod ravnine palube tako da ne smetaju uzlijetanju i slijetanju aviona. Nosačeva su najbolja obrana golemi radari velikog dometa za otkrivanje neprijateljskih aviona i avioni lovci, koji se po potrebi brzo izbacuju katapultima te polijeću u susret neprijateljskim avionima i ne dopuštaju im ni da se približe nosaču. Uz nosač su i drugi ratni brodovi koji ga brane svojom protuavionskom artiljerijom od napada iz zraka, a štite ga i protiv podmornica i drugih neprijateljskih brodova.

Bojni brod »New York« od 27 400 t iz 1912. (10 topova od 356 mm)

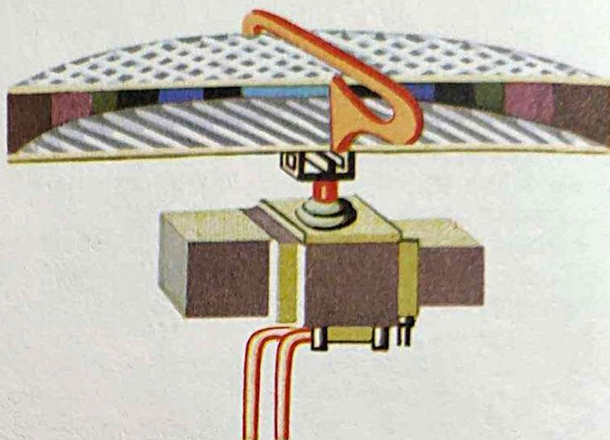


Laki nosači aviona nose 40—60 uglavnom lovačkih aviona. Dodjeljuju se sastavima ratnih brodova ili brodopratnji trgovačkih brodova (konvojima) zbog obrane od zračnih napada. Istisnina im iznosi od 15 000 do 30 000 t, a najveća im je brzina 25—33 čv.

Pratilački, eskortni, nosači aviona nose 30—40 aviona i upotrebljavaju se za obranu trgovačkih brodova od aviona i od podmornica. Istiskuju 12 000—25 000 t, najveća im je brzina 16—25 čv. Avioni lovci uzlijeću na znak uzbune i odbijaju neprijateljske zračne napade, a protupodmornički avioni patroliraju oko konvoja, iz visine otkrivaju podmornice, prisiljavaju ih da duboko zarone i tako im otešćavaju približavanje konvoju i nišanjenje, a sami ih napadaju protupodmorničkim bombama.

Nosači helikoptera sliče nosačima aviona jer imaju ravnu i slobodnu palubu za uzlijetanje i slijetanje helikoptera, dizala i hangar. Na brodu su i radionice za popravke helikoptera, tankovi za gorivo i stambene prostorije za pilote i tehničko osoblje.

Nosači helikoptera se dijele na nosače protupodmorničkih i na nosače jurišnih helikoptera. Prvi nose do 15 aparata; istisnina im iznosi 10 000—24 000 t i mogu dostići brzinu od 19 čv. Za obranu od aviona naoružani su protuavionskim topovima, a za obranu od podmornica bacačima protupodmorničkih raketa. Posada broji 1100 ljudi. Svrha je ovih nosača da štite konvoje od neprijateljskih podmornica. Drugi nosači svojim helikopterima sudjeluju u jurišu na neprijateljsku obalu prenoseći ljude, oružje, municiju i gorivo. Stoga imaju prostorije za boravak do 1500 vojnika s potpunom ratnom opremom, hodnike i dizala za izlazak vojnika na palubu te dizala kojima se brzo dižu na uzletište sanduci s municijom, bačve s benzinom za vozila na kopnu i ratni materijal koji se treba brzo prenijeti s pomoću helikoptera borcima na obali. Posada broji oko 1200 ljudi ne računajući vojnike. Za iskrcavanje na obalu (zračni desant) nosač ima 45 helikoptera. Istisnina ovakva broda kreće se oko 18 000 t, a može ploviti brzinom do 20 čv. Za obranu je naoružan protuavionskim topovima.

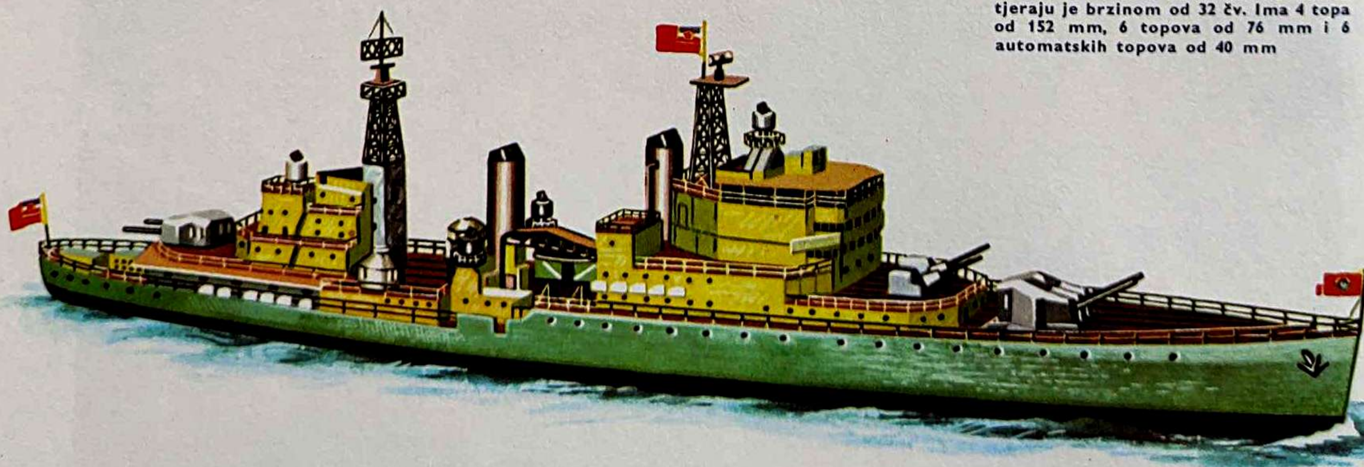


Antena izviđačkog radara iz 1945.

Krstarica je po veličini poslije nosača aviona i bojnog broda treći ratni brod. Istisnina joj iznosi od 6000 do 27 000 t. Plovi velikom brzinom i nosi teške topove, ali ipak manjeg kalibra nego bojni brod i slabije je oklopljena. Krstaricom je prozvana prije stotinu godina jer joj je tada bio glavni zadatak da krstarenjem po moru patrolira i čuva vlastiti a sprečava neprijateljski pomorski promet.

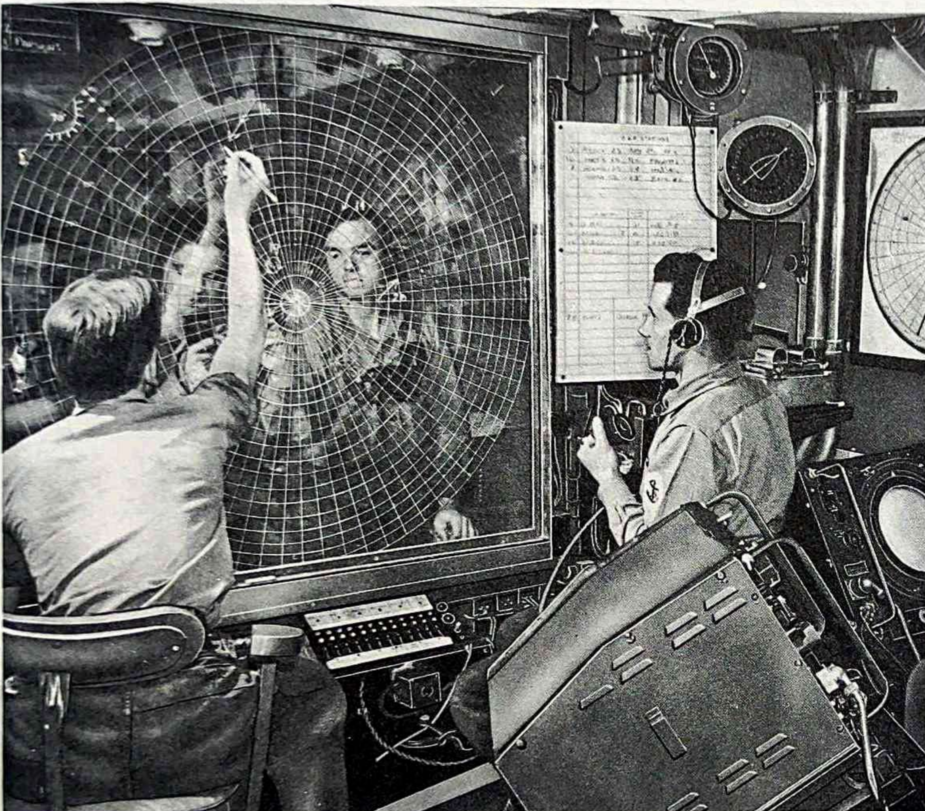
Stare krstarice. Prva krstarica pojavila se 1869. Bio je to francuski čelični brod *Hirondelle* (Irondel) od 1040 t. Imao je stroj od 1780 KS, dva jarbola i pomoćna jedra. Plovio je brzinom od 16 čv. Bio je naoružan s 2 topa od 140 mm.

Od toga doba krstarice su se brzo razvijale, pa su već 1900. dosegle istisninu od 2450 t i brzinu od 21 čv. Upotrebljavale su se za zaštitu prometa, izviđanje i za borbu protiv razarača i torpiljarki.



Britanska laka krstarica »Tiger« od 9550 t iz 1945. Turbine od 72 000 KS tjeraju je brzinom od 32 čv. Ima 4 topa od 152 mm, 6 topova od 76 mm i 6 automatskih topova od 40 mm

Zaštićene krstarice. Oko 1880. topovske granate su imale već takvu prodornu snagu da su probijale i najdeblje oklope koje su brodovi mogli nositi. Činilo se da je oklop izgubio važnost. Stoga su francuska i engleska mornarica smanjile površinu oklopa samo da mu mogu povećati debljinu; oklop se prostirao samo oko kotlova, strojeva i municijskih komora. Druge su države posve odbacile oklopni pojas oko broda, ali su mu ugradile oklopnu palubu koja je na pramcu, na krmi i na bokovima svršavala ispod

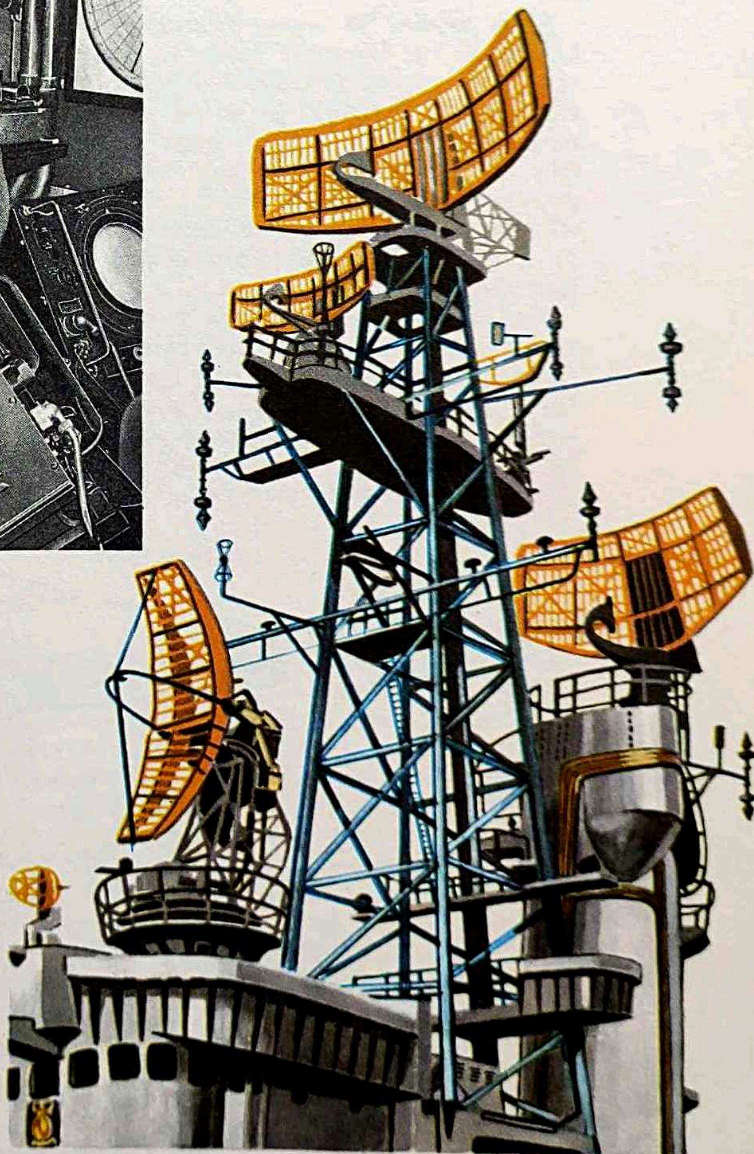


vodene linije. Tako je u krstarici nastao podvodni zaštićeni sanduk u kojemu su bili smješteni kotlovi, strojevi, municijske komore i drugi važni dijelovi. Težina prištеđena na bočnom oklopu mogla se iskoristiti za ugradnju jačih strojeva. Krstarice su se otad štitile više brzinom nego oklopom. Bile su jače od bržih razarača, a brže od opasnih oklopnjača kojima su mogle pobjeći.

Moderne krstarice grade se sada s oklopnim pojasom u sredini i s jednom ili više oklopnih paluba. Oklopljene su i topovske kule i tornjevi odakle se upravlja brodom i vatrom. Veličina modernih krstarica je različita i kreće se između 6000 i 27 000 t. Krstarice se dijele na teške i lake.

Teške krstarice veće su od 10 000 t. Imaju turbinski pogon od 120 000 KS i 4 vijka; plove brzinom od oko 33 čv. Upotrebljavaju se kao protuavionski brodovi za obranu flote, osobito nosača aviona. One svojim radarima izviđaju širok prostor oko bojišta, ratišta ili države kako bi na vrijeme otkrile neprijateljske projektile i avione koji se približavaju. Teške krstarice s upravljivim reaktivnim projektilima imaju do 30 različnih topova (6 od 203 mm) i 2 dvostruka bacača projektila. U municijskim komorama nose 144 projektila. Zaštićene su bočnim oklopom od 240 mm i oklopnom palubom od 120 mm. Neke su od tih krstarica na nuklearni pogon.

Brodski obavještajni centar u kojemu se stječu svi podaci prikupljeni izviđanjem, radarima, radio-telefonijom, radio-telegrafijom, podvodnim šumosmjeračima i drugim spravama. Na velikom prozirnom zaslonu ucrtavaju se položaji neprijateljskih i vlastitih brodova i aviona. Na temelju takve slike daju se obavijesti zapovjedniku, koji se odlučuje na napad ili na obranu.
Dolje: različne antene na ratnom brodu



Zapovjedničke krstarice su posebna vrst teških krstarica. One su zapravo plovni admiraliteti što plove s flotom. Imaju vrlo mnogo sprava za vezu i najbolje radare. Obično su za jednu palubu više od drugih krstarica da mogu smjestiti uza svoju kompletnu posadu i zapovjednički štab sa svim odjelima za operacije i vezu. Obično je na njima ukrcano oko 1700 ljudi. Naoružane su kao i ostale teške krstarice.

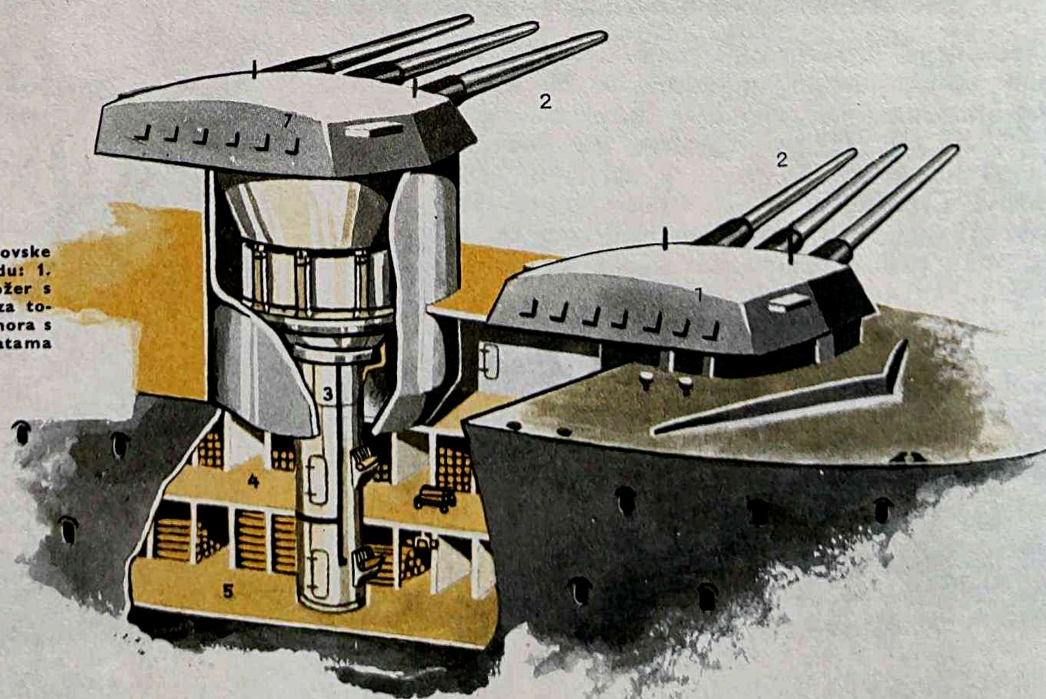
Lake krstarice manje su od 10 000 t. Imaju turbinski pogon od oko 120 000 KS i 4 vijka. Plove brzinom od 35 čv. Naoružane su topovima od 152 mm, a poneke i upravljivim projektilima što ih izbacuju iz dva bacača. U municijskim komorama imaju 46 projektila. Upotrebljavaju se za krstarenje, izviđanje, obranu flote od aviona i kao zaštita od razarača i drugih torpednih brodova.

Bojni brodovi se danas smatraju zastarjelom klasom ratnih brodova. Međutim, oni su ipak vrlo žilave plovne tvrđave, s najtežim topovima i najdebljim oklopom, pa se mogu iskoristiti u mnogim prilikama u ratu. Stoga ih velike pomorske sile drže u rezervi kako bi ih u slučaju potrebe mogle opremiti. Novi se bojni brodovi više ne grade jer su odviše skupi za svrhe koje se u novim prilikama mogu postići s mnogo jeftinijim brodovima.

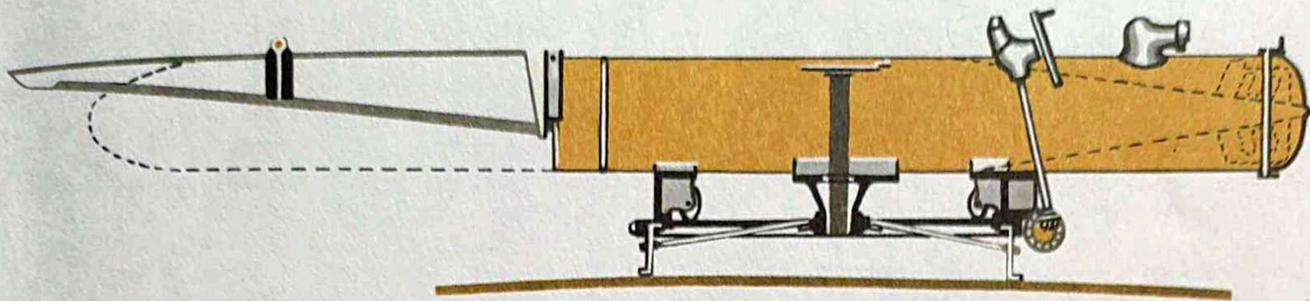
Najveći bojni brodovi, koji se ponekad nazivaju i *superdrednoti*, imaju istisninu od 45 000 t (s punom opremom 57 950 t). Dugi su 271 m, široki 33 m i gaze 11,5 m. Naoružani su sa 9 topova od 406 mm, 20 topova od 127 mm i 80 protuavionskih topova od 40 mm. Nose i 2 helikoptera za izviđanje i vezu. Oklop je debeo na bokovima 482 mm, na topovskim kulama 457 mm, a na palubi 283 mm. Četiri turbine sa 212 000 KS, koje dobivaju paru iz 8 vodocijevnih kotlova i 4 vijka, tjeraju ih brzinom od 33 čv. Kotlovi se lože uljem; zalihe ulja dosežu 8800 t; posada broji 2700 ljudi.

Artiljerijski uređaj gotovo je jednak na bojnim brodovima i teškim krstaricama. Teški topovi smješteni su po 3 u svakoj od tri topovske kule. Domet topova od 406 mm veći je od 38 000 m. Bitke su se između bojnih brodova vodile već s daljine od 35 000 m. S te daljine topnici u kulama uopće ne mogu vidjeti neprijateljski brod jer ga zaklanja zaobljenost Zemlje. Zbog toga se topovima upravlja s vrha bojnog tornja, čeličnog nebodera u sredini broda, gdje se nalazi veoma složena *centralna nišanska sprava* koju topnici zovu direktor po engleskom nazivu *firing director* (fajring direktor = upravljač vatre). Na jarbolu, na tornju i u samom tornju nalazi se još mnogo drugih sprava.

Visoko na jarbolu nalazi se antena *izviđačkog radara* kojim se otkriva neprijatelj i određuju prvi približni podaci o smjeru i daljini te daje uzbuna za borbu. U tornju artiljerijskog direktora je optički *daljinomjer* kojim se mjeri tačna daljina do neprijateljskog broda. Tu je i specijalni durbin kojim se određuje tačan smjer. Iznad tornja je druga antena, za *artiljerijski radar* u tornju. Tim se radarom određuju daljina i smjer cilja u noći i magli. Međutim, na brodu ima još mnogo drugih sprava što mjere različne elemente i daju podatke zajedničkom centru. Na vrhu jarbola je *anemometar* koji se neprekidno okreće i pokazuje brzinu vjetra. Uza nj je krilo što pokazuje smjer vjetra. Kod gađanja se mora uzeti u obzir i jačina vjetra, jer zrno leti zrakom od topa do cilja pola minute, a za to vrijeme



Presjek trocijevne topovske kule na bojnom brodu: 1. kula, 2. topovi, 3. stožer s dizalom, 4. komora za topovske čahure, 5. komora s oklopnim teškim granatama



Jednostruka torpedna cijev iz 1918.

vjetar ga zanosi. Posve na dnu broda ispod vanjske oplate u moru nalazi se *brzinomjer*, jedna peraja i u njoj malen vijak. Njega okreće strujanje morske vode kad se brod kreće. Okretanje vijka prenosi se električnim putem u *borbeni obavještajni centar* (skraćeno BOC) gdje kazaljka pokazuje brzinu broda. U unutrašnjosti broda iza oklopa nalazi se *giro-kompas* koji pokazuje kurs (smjer) kojim brod plovi. I taj se podatak prenosi u BOC. U tornju direktora nalaze se još posebni dalekozori kojima se optički nišani neprijateljski brod, procjenjuje mu se brzina kojom plovi i *inklinacija*, kut pod kojim njegov kurs siječe kurs vlastitog broda jer nije svejedno da li se cilj kreće prema topu, od topa, udesno ili ulijevo.

Svi se izmjereni i procijenjeni podaci prenose elektronskim putem u BOC gdje se ucrtavaju na karte i proračunavaju računskim uređajima, a rezultat se prenosi u topovske kule.

U svakoj topovskoj kuli su po dva brojčanika, a na njima su po dvije kazaljke, jedna crvena i druga crna. Kad se iz BOC-a i računskih uređaja predaje kuli smjer u koji treba okrenuti topove, u kuli se okreće crvena kazaljka. Kad se kula s topovima okreće, pomiče se na istom brojčaniku crna kazaljka. Treba, dakle, samo okretati kulu s topovima da crna kazaljka pokrije crvenu i topovi će se okrenuti prema onom smjeru u kojemu će biti neprijateljski brod kad izbačeno zrno poslije kratkog vremena od oko pola minute doleti do njega.

Na drugom brojčaniku crvena kazaljka, koja se također pomiče iz BOC-a, pokazuje *elevaciju*, uspravni kut topova. Kada se u kuli dižu topovi, crna kazaljka se okreće preko crvene. Topovi će biti podignuti pod tačnim kutom kad se crvena kazaljka tačno poklopi s crnom.

Posade topovskih kula ne vide neprijateljski brod koji je iza obzorja zaklonjen oblinom Zemlje. One ni ne znaju u koga gađaju, već moraju samo što brže puniti topove te okretanjem i dizanjem topova paziti da se crne kazaljke tačno i neprekidno poklapaju s crvenima. Topnici čak i ne opaljuju topove, nego to čini oficir koji upravlja vatrom iz visokog tornja sa direktora. On električnim putem opaljuje ili topove jedne kule ili topove iz svih kula na brodu. Ali ni taj strašni devetoglasni akord ne zatutnji kada to oficir želi, nego tek onda kada se brod nađe u posve ravnu položaju.

I najveći ratni gorostas od više tisuća tona ljulja se, makar i malo, na uzburkanu moru. Zbog toga se u posebnoj spravi nalazi *zvrk* (giroskop) koji se okreće velikom brzinom i uvijek stoji vertikalno ma koliko se brod ljuljao s boka na bok ili posrtao s pramca na krmu. Električni vodovi s pomoću kojih se opaljuju topovi idu preko osovine zvrka koji prekida kontakte dok je brod nagnut, a utisne ih i opaljuje topove tek u trenutku kad je uspravan.

U borbi se može dogoditi da neprijateljska granata razori artiljerijski direktor sa svim njegovim spravama. Da ne bi u takvu slučaju brod ostao nesposoban za borbu, čitavo se upravljanje vatrom prebacuje na *pomoćni direktor* koji se nalazi na nekom drugom mjestu bliže krmi. Ako se u ogorčenoj borbi uništi i to pomoćno mjesto, svaka topovska kula ima svoj *daljinomjer* i svoju *nišansku spravu*, pa se borba nastavlja gađanjem iz svake kule samostalno.

Razarači su ratni brodovi srednje veličine s velikom razlikom u istisnini, od 600 do 3000 t. Prvi im je bio zadatak da razaraju torpiljarke. Sada se upotrebljavaju za različne zadatke i s pravom se mogu nazvati brodovima za sve poslove. Ipak su to ponajvećma torpedni brodovi jer torpedima mogu napadati i najveće brodove. Posebnim protupodmorničkim torpedima i podvodnim bombama napadaju podmornice, a upravljivim projektilima i avione. Razarači su u ratu napadali neprijateljski pomorski promet, pratili su ratne i trgovačke brodove i branili ih od podmornica i aviona. Sudjelovali su u invazijama, desantima i prepadima na neprijateljske obale, štitili kopnene trupe pri povlačenju i izvlačenju iz borbe, sudjelovali su u spasavanju brodolomaca nakon bitaka i hitali u pomoć avijatičarima kad im je avion bio oboren nad morem.



Prvi torpedo, Vukićev »spasilac obale« iz 1858.

Izvršavali su i mnoge druge zadatke. Od svih ratnih brodova njih je najviše potopljeno u ratu, a najteže gubitke nanijeli su im avioni. Zbog toga se na modernim razaračima neprekidno usavršava protuavionska obrana. Oni nose automatske topove od 127 i 76 mm koji se upravljaju i pale električnim putem iz artiljerijskog direktora. Veći topovi izbacuju 30—40 zrna, a manji 40—50 zrna u minuti. Za borbu protiv podmornica opremljeni su bacačima dubinskih bombi i torpedima. Velike brodove napadaju također torpedima, stoga nose 5—10 torpednih cijevi. Razarači nose i bacače upravljivih projektila, pa i 1 helikopter za izviđanje.

Torpedne cijevi služe za izbacivanje torpeda. Nadvodne torpedne cijevi su na brodovima, a podvodne na podmornicama. Nadvodne cijevi namještene su na palubi. One mogu biti okretljive tako da se torpeda mogu izbacivati u željenom smjeru a da pri tom brod ne mijenja kurs. Na manjim brodovima cijevi su nepokretno ugrađene u konstrukciju broda, pa se pri nišanjenju mora okretati čitav brodić.

Više cijevi spojenih zajedno čine *torpedni aparat*. Takav aparat ima 2—5 cijevi, a smješten je na jednom stožeru i okrugloj tračnici. Pri nišanjenju okreće se oko stožera na kotačima po tračnici.

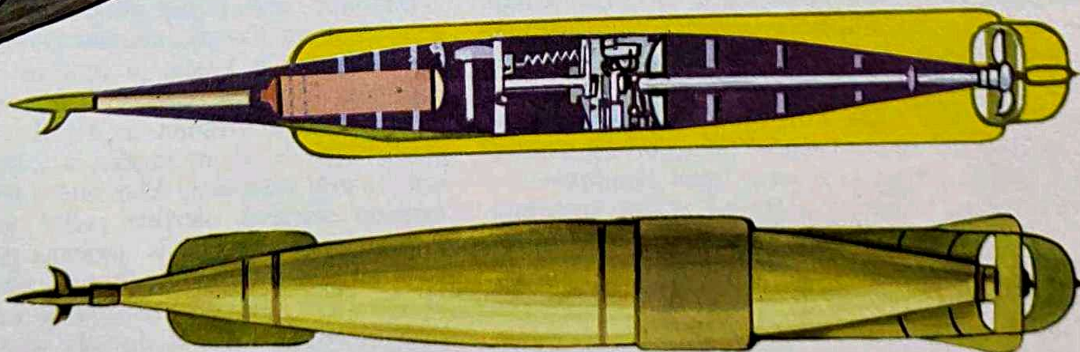
Torpedna cijev ima nešto veći kalibar nego što je promjer torpeda. Sprijeda je otvorena i iz nje strši glava torpeda. Straga se nepropusno zatvara odebljim vratima. Na unutrašnjoj je stijeni s gornje strane duž čitave cijevi dvostruka tračnica vodilica na kojoj visi torpedo svojom vodilicom koja ima oblik slova T. Torpedo se uvlači u cijev kroz prednji otvor.

Blizu stražnjeg kraja na cijevi je izvana uređaj za izbacivanje torpeda. Najvažniji je dio *mužar s barutnom patronom* ako se torpedo izbacuje barutnim plinovima, ili ventil i *komora sa stlačenim zrakom* ako se izbacuje tlakom zraka. Kad se opali patrona ili otvori zračni ventil, tlak snažno potisne torpedo, i on klizne duž tračnice vodilice i padne u more nekoliko metara od brodskog boka. U moru torpedo nastavlja put tjeran svojim strojem.

Torpedo je izumio pomorski oficir iz Rijeke *Ivan Blaž Lupis-Vukić*. On je za dugih krstarenja pred istarskom obalom došao na pomisao da izradi oružje kojim bi se obala mogla braniti s kopna. Izradio je nacrt i sagradio model čuna (čamčića), dug 1 m, kojemu je dao ime *spasilac*

Veliki razarač od 7000 t. Ima 4 topa od 114 mm, 16 topova od 40 mm, 1 bacač upravljivih projektila, 8 bacača protupodmorničkih bombi, 6 torpednih cijevi, 1 helikopter, sletnu ploču i hangar, 2 plinske i 2 parne turbine. Brzina oko 36 čv

Whiteheadov brod-mina iz 1866.



obale. Čun se navijao kao sat, i pokretalo ga je jako pero koje je okretalo vijak. U pramcu je bio barutni naboj koji se palio upaljačem, što ga je Vukić izradio od mornarskog pištolja. Čun se upravljao s kopna veoma dugim žicama koje su bile vezane za krmilo.

Vukić je 1860. prikazao svoj izum caru Franji Josipu na Rijeci i stručnoj austrijskoj komisiji koja je smatrala da je zamisao dobra, ali tehnička izradba loša. Kako Vukić nije bio tehničar, udružio se s *Robertom Whiteheadom* (Vajthedom), direktorom riječke tvornice strojeva. Whitehead je odmah zamijetio manje slabosti izuma i 1866. izradio nov model čuna kojemu je dao ime *Minenschiff* (Minenšif = brod-mina). Bio je to valjak s obje strane zašiljen kao cigara. Tjerao ga je dvocilindarski stroj na stlačen zrak. Zrak je bio stlačen u spremištu u repu pod

tlakom od 25 atmosfera. Umjesto dugih žica Whitehead je namjestio jedno nepomično krmilo koje je čun održavalo u onom smjeru u kome je upućen. Na 300 m daljine čun je vozio brzinom od 6 do 7 čv. Za dubinsko upravljanje čunom sagradio je komoru u kojoj je bio *ravnač dubine*.

Whitehead je kasnije promijenio ime brodu-mini i nazvao ga latinskim imenom ribe drhtulje: *torpedo*.

pretvara u vodenu paru i tako povećava tlak. Ta smjesa zraka, petrolejskih plinova i vodene pare visokog tlaka ulazi iz grijača kroz cijev u parni stroj, pokreće ga i okreće vijke.

Torpedo ima dva vijka, jedan iza drugoga. Prvi se okreće nalijevo, a drugi nadesno zato da torpedo ne skreće u stranu i da se ne obrće oko svoje uzdužne osi. Stroj okreće šuplju osovinu prvog vijka. Preko te osovine nataknuta je



Presjek torpeda na stlačeni zrak

Torpeda su kupovali u Rijeci Englezi, Francuzi, Talijani i Nijemci. Whitehead je s dobivenim predujmom kupio riječku tvornicu parnih strojeva i pretvorio je u prvu tvornicu torpeda na svijetu. Ta se tvornica i danas zove *Torpedo*. Whitehead je u svakoj prilici priznavao da bez Vukićeva izuma i nagovaranja da taj izum usavrši ne bi nikad ni pomislio na torpedo.

Moderni torpedo ima valjkast oblik. Sprijeda je zaobljen, a straga prelazi u čunjast oblik. Dug je 6—8 m, s promjerom 45—61 cm i teži 1200—2100 kg.

U glavi torpeda nalaze se upaljač i eksploziv. Upaljač upali eksploziv kad torpedo udari o brod. Ima i *magnetskih upaljača* koji zapale eksploziv kad torpedo prolazi ispod neprijateljskog broda. U glavi je i 120 do 200 kg *trinitrotoluola* (skraćeno TNT) ili kojeg drugog još moćnijeg eksploziva. Upaljač je tako izrađen da ne može upaliti eksploziv odmah čim se torpedo izbaci s broda ili iz podmornice, nego tek onda kad prijeđe kroz vodu barem 200 m, jer ga zadržava mali vijak koji se u vodi okreće i odvija. Tek kad se taj *osigurač* posve odvije, upaljač je spreman da na prvi udar upali eksploziv.

U trupu torpeda nalazi se zračni spremnik, komora za vodu, posuda s petrolejem, grijač, uputna poluga, pogonski stroj i dubinski ravnač. U *zračnom spremniku* nalazi se zrak stlačen pod tlakom od 200 atmosfera. Iz spremnika prolazi zrak kroz ventil gdje se regulira tlak i ulazi u grijač, kamo ulazi i petrolej iz posude. Kad se torpedo izbacuje iz cijevi, u njoj jedan zub pomakne na torpedu *uputnu polugu*. U tom trenutku upali se mali upaljač koji opet upali mlaz petroleja što izgara pomiješan sa zrakom u grijaču. Osim zraka i petroleja u grijač se uštrcava iz komore i voda, koja se pri visokoj temperaturi

druga cijevna osovina koja se okreće u obratnom smjeru te u tom smjeru okreće drugi vijak.

Kroz unutrašnju šuplju osovinu vijka izlaze plinovi što izgaraju u motoru i dižu se na morsku površinu.

Torpedu se u torpednoj cijevi prije izbacivanja može osobitim ključem regulirati dovod zraka iz spremišta u grijač i u stroj da vozi većom ili manjom brzinom. Ako se uputi velikom brzinom, torpedo će juriti sa 45 čv, ali će brzo potrošiti zrak i neće daleko doći; ako se uputi manjom brzinom od oko 30 čv, može prevaliti i put od 20 km.

U vodi torpedo upravlja sam sobom. Smjer mu daje usmjerni ravnač, a na određenoj dubini drži ga dubinski ravnač.

Usmjerni ravnač ima zvrk koji se okreće velikom brzinom i ostaje svojom osovinom uvijek u onom smjeru u kojem je upućen pa makar mu podnožje pomicali desno ili lijevo. Zvrk je u torpedu vezan uzdama za krmilo. Dok torpedo plovi ravno u onom smjeru u kojem je upućen, krmilo stoji u sredini. Ako valovi slučajno skrenu torpedo nalijevo, osovina zvrka ostaje i dalje u svom smjeru u kojem je upućena pa prema tome s pomoću uzda potisne krmilo nadesno, i tako okreće čitav torpedo sve dok se ne vrati u svoj početni smjer. Isto se događa ako torpedo slučajno skrene nadesno; zvrk i krmilo odmah ga vraćaju nalijevo u njegov početni smjer.

Dubinski ravnač drži torpedo u dubini koja mu je postavljena pri izbacivanju. U malom zvonu, koje je u vezi s morem, nalazi se pomična ploča, neka vrst vage. S vanjske strane utiskuje ploču voda a s unutrašnje je strane istiskuje opruga. Ako se stezanjem opruga toliko napne

da ona istiskuje ploču iznutra snagom od jedne atmosfere, onda će ploča biti uravnotežena kad je i tlak izvana bude utiskivao silom od jedne atmosfere, a to će biti onda kad torpedo zaroni u dubinu od deset metara.

Ako se torpedo digne bliže površini, tlak vode se smanjuje, opruga istiskuje ploču prema vani, a ploča preko polužica pokrene vodoravno krmilo prema dolje da torpedo skrene u dubinu. Obratno, ako torpedo zaroni preduboko, tlak vode utiskuje ploču i preko poluga okreće krmilo prema gore da se torpedo podigne.

Osobitim ključem može se opruga na dubinskom ravnaču napeti jače ili slabije i tako unaprijed odrediti kojom će dubinom torpedo roniti. Za napad na male brodove određuje se dubina na dva metra, a za napad na velike brodove i podmornice na šest, sedam pa i deset metara.

Električni torpedo. Torpedo na stlačeni zrak ima veliku manu da na površini ostavlja za sobom trag od mjehurića ispušnih plinova, a taj se trag kao bijela brazda vidi iz prilične daljine. Trag juri prema brodu kao neka srebrnastobijela zmija. Pažljiv kapetan može pri dobroj vidljivosti izbjeći torpedu hitrim okretom broda. Da bi se taj nedostatak uklonio, trebalo je izumjeti stroj koji radi bez ispušnih plinova. Moderne torpede tjeraju drukčiji strojevi ili imaju električni pogon. Jak elektromotor koji tjera torpedo, dobiva električnu energiju iz akumulatorske baterije što se nalazi u trupu. Takvi torpedi ne ostavljaju na površini nikakva traga.

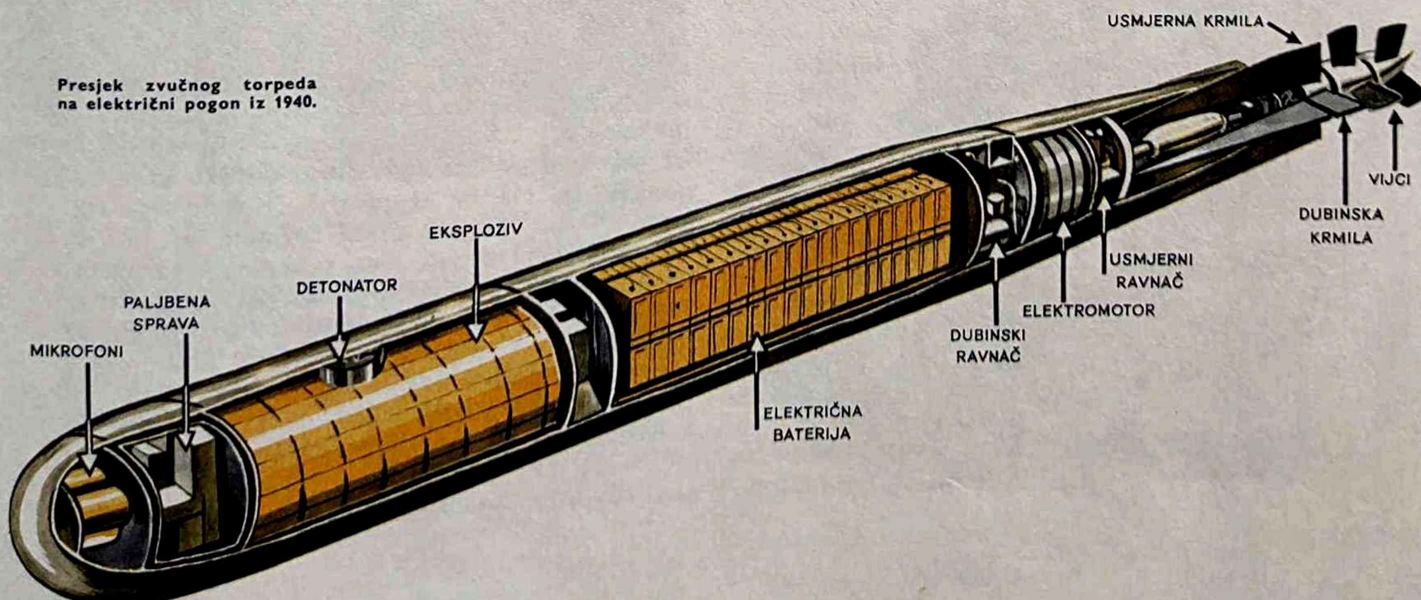
Zvučni torpedo ima električni pogon; goni ga elektromotor strujom iz akumulatora, ali glavna mu se sprava nalazi na vrhu glave. Prva komorica u krajnjem vrhu glave napunjena je glicerinom koji služi kao prenosnik zvuka. Iza male pregrade nalazi se u drugoj komorici pet mikrofona: jedan u sredini i četiri simetrično oko njega, gore, dolje, desno i lijevo. Svi su mikrofoni vezani kabelima s pojačalom u trećoj komori. Ta su pojačala opet s pomoću kabela u vezi s krmilarskim strojem u komori pomoćnih strojeva u repu torpeda.

Kad se torpedo izbaci iz cijevi, on pojuri kroz vodu jer ga tjera elektromotor. Iz početka torpedom krmilari zvrk jer bi bilo opasno da ga odmah vode mikrofoni; mogao bi se vratiti i udariti u brod koji ga je izbacio. Tek kad je zvučni torpedo prevalio određenu daljinu, on počne »osluškivati« i slijediti neprijateljski brod.

Ako je neprijateljski brod ravno ispred torpeda, srednji mikrofon prima najjači zvuk i torpedo vozi ravno. Ako je neprijateljski brod lijevo, lijevi mikrofon prima najjači zvuk i preko pojačala daje struju krmilarskom stroju tako da se krmilo okrene ulijevo. Ako torpedo roni preplitko, a u dubini je podmornica, najjači zvuk prima donji mikrofon, koji će krmilo skrenuti dolje, i torpedo će zaroniti u dubinu za podmornicom. Napokon će torpedo dostići neprijateljski brod, pa ma kako on skretao da izbjegne torpedu; pogodit će ga u krmu kod vijaka, jer je tu izvor zvuka.

I zvučnim torpedima pronađeno je obrambeno sredstvo. Da bi ih izbjegli, brodovi su potkraj drugoga svjetskog rata za sobom teglili na dugom konopu osobito *zujalo* koje je privlačilo torpede tako da su brodovi ispred zujala bili donekle sigurni.

Što se događa s torpedom u ratu ako ne pogodi cilj i prijeđe daljinu na koju je upućen? Jedan međunarodni ugovor određuje da torpedo mora biti tako izrađen kako bi u slučaju promašaja cilja potonuo. Kad se stroj zaustavi, otvori se jedan ventil, torpedo se napuni vodom i potone na morsko dno. Toga se ugovora pridržavaju sve države jer kad bi torpedo pun eksploziva plutao i lutao morima, bio bi jednako opasan za prijatelja i neprijatelja.



Presjek zvučnog torpeda na električni pogon iz 1940.

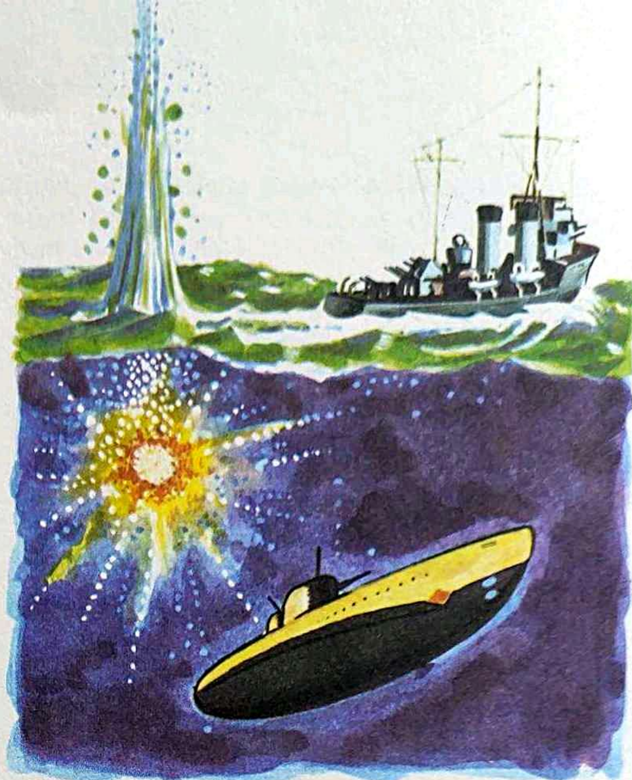
PROTUPODMORNIČKO ORUŽJE

Razarači i lovci podmornica napadaju podmornicu na površini topovima, torpedima i dubinskim bombama, ali ako im se pruži prilika, usmjerit će kurs ravno na nju, udarit će je pramcem i presjeći. Stoga razarač ima oštar i čvrst pramac s nekoliko sudarnih pregrada. Uronjenu podmornicu napada dubinskim bombama i protupodmorničkim torpedima.

Dubinska bomba je valjkaska čelična posuda zatvorena ravnim ili zaobljenim poklopcima; sliči limenoj bačvi. Kroz sredinu bombe prolazi limena cijev u koju je umetnut upaljač. Posuda je napunjena sa 135—270 kg jakog eksploziva *amatola*. Dubinske bombe bacaju se s razarača u more s pomoću *bacača* ili *klizača*, a eksplodiraju kad potonu do određene dubine ili nakon tačno određenog vremena koje počinje teći od trenutka kad padnu u more.

Da bi mogla razoriti podmornicu, bomba mora eksplodirati bliže od 10 m oko sredine njezina trupa ili bliže od 5 m ispred pramca ili iza krme, jer su krajevi podmornice uvijek žilaviji.

Teške dubinske bombe tonu u moru brzinom od 6 m u sek., a lake oko 3 m u sek. Ako je podmornica u dubini od 150 m, bombi treba 50 sek, dok potone do nje. Za to vrijeme podmornica može odmaknuti za 50 m, okrenuti se za 60° ili promijeniti dubinu za 70 m. Stoga se s razarača nikad ne baca samo jedna bomba nego plotun od 10 do 15 bombi. Bombe se bacaju u more istodobno desno i lijevo iz bacača (mužara) ili iza krme iz klizača (kolosijeka). Kad baca bombe, brod mora voziti brzo naprijed jer bi inače svojim bombama potopio sam sebe.



Eksplozija dubinske bombe bačene s razarača

Bacači podvodnih bomba su mužari na krmenoj brodskoj palubi nagnuti koso prema jednom i drugom brodskom boku, a *klizači* su jedan ili dva kolosijeka po kojima se bombe kotrljaju i padaju u more iza krme u pravilnim razmacima, pa na taj način razarač pospe bombama mnogo veći prostor, i prema tome je veća vjerojatnost da će pogoditi podmornicu.

Ako je podmornica dublje od 50 m, u napadu moraju sudjelovati 2 do 3 broda.

Sipa je trocijevni bacač dubinskih bombi. Opaljuje se električno i izbacuje tri bombe 270 m daleko od broda, a na mjestu gdje one padnu u more daju oblik trokuta.

Jež je bacač sa 24 raketne dubinske bombe koje se opaljuju električno u parovima i u razmacima od 1 do 2 sek. Izbačeni snop ispred pramca razarača raspoređen je na mjestu gdje padne u more u obliku elipse. Bombe lete kroz zrak 7 sek., tonu brzinom od 9 m na sek., napunjene su sa 15 kg eksploziva (TNT), a eksplodiraju samo ako pogode podmornicu.

Bacači protupodmorničkih projektila s magnetskim upaljačem (raketa proksimiti) izbacuju u razmacima od 5 sek. na 400 do 750 m od broda 22 rakete duge 2,6 m, kalibra od 320 mm, napunjene sa 112 kg eksploziva. Rakete lete zrakom 13 sek., tonu u moru brzinom od 12,5 m na sek. i eksplodiraju, zbog poremećenja magnetskog polja, kad se približe podmornici na 7—10 m.

Sva se ova ubojna sredstva upotrebljavaju za napadanje i potapanje uronjenih podmornica koje su razarači ulovili. Međutim, ostaje još pitanje kako razarači otkrivaju podmornice sakrivene ispod morske površine.

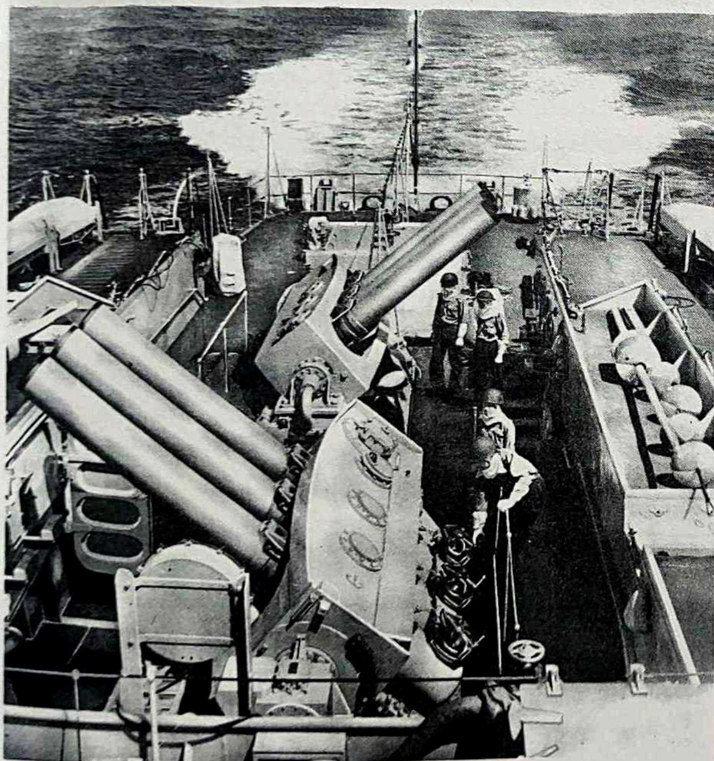


Bacač raketnih dubinskih bombi nazvan »jež«

Podvodni pokazivači položaja (podvodni lokatori). Već u prvom svjetskom ratu imali su mnogi ratni brodovi podvodne mikrofone kojima su mogli osluškivati sve šumove u vodi. Zujanje vijaka i šum elektromotora u podmornici mogli su se čuti na brodu nekoliko stotina metara daleko. Ali kad se podmornica zaustavila i pritajila, mikrofoni je nisu mogli otkriti. Moderne je sprave mogu otkriti s pomoću ultrazvuka.

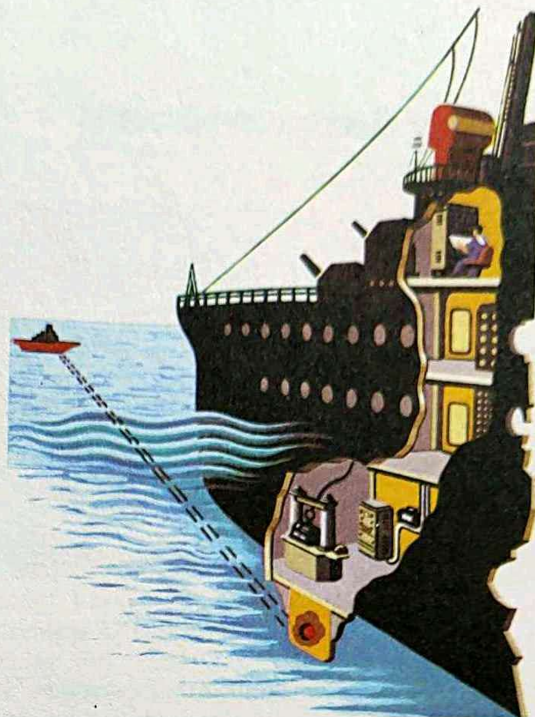
Poslije rata mnogi su fizičari ispitivali svojstva ultrazvuka. Ljudsko uho može čuti samo onaj zvuk koji ima manje od 12 000 titraja u sekundi. Zvuk s većim brojem titraja zove se *ultrazvuk*. Rezultati istraživanja su pokazali da se veoma kratki valovi ultrazvuka šire u moru brzinom od 1500 m u sek., veoma pravilno, da se mogu usmjerivati pod vodom u vrlo uskom snopu, da se pravilno odrazuju ako naiđu na neku podvodnu prepreku i da se opet vraćaju kao valovi jeke.

Čim su otkrivena svojstva ultrazvuka, u Velikoj Britaniji osnovan je Istraživački komitet za otkrivanje podmornica, koji je 1927. uspješno dovršio



Trocijevni bacač dubinskih bombi nazvan »sipa«

aparat za otkrivanje uronjenih podmornica nazvan *asdic* (azdik) po početnim slovima komitetova imena *Anti Submarine Detection Investigation Committee* (Anti sabmerin detekšn investigejšn komiti). Mi ovu spravu zovemo *pel*, a to je kratica sastavljena od početnih slova naziva: *podvodni električni lokator*; Amerikanci je nazivaju *sonar*.



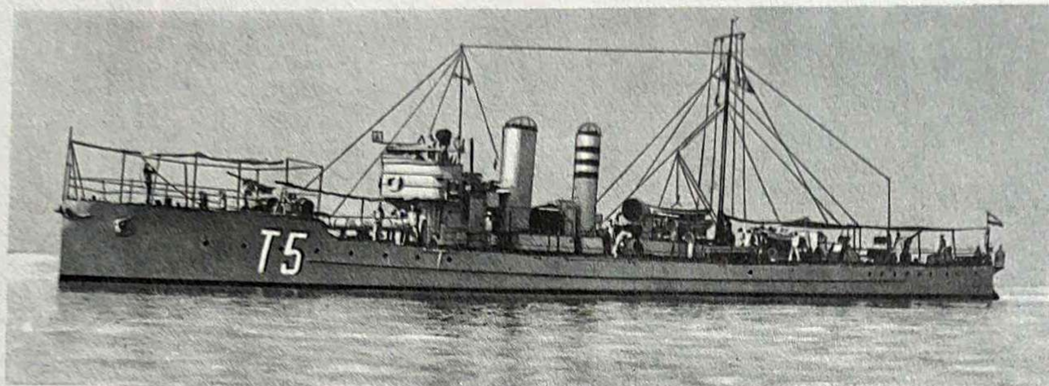
Pelom se određuje smjer i daljina podmornice

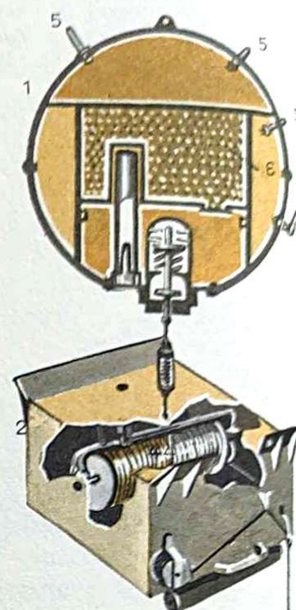
Pel ima pod vodom na brodskom dnu odašiljač ultrakratkih valova koji se neprekidno okreće i proizvodi veoma kratke valove ultrazvuka te ih odašilje u uskom snopu koji se okreće u sve strane. Ultrazvučni valovi se šire kroz vodu i gube u daljini. Međutim, ako naiđu pod vodom na neku prepreku (npr. podmornicu) koja može biti udaljena i 3000 m od odašiljača, oni se odrazuju i vraćaju do pela kao jeka. Odašiljač, koji sada djeluje kao *hidrofon* (podvodni mikrofon), prima valove jeke, pretvara ih u zvuk i u svjetlosne signale. Po smjeru iz kojeg se jeka vratila i prema proteklom vremenu (daljini) može se tačno ustanoviti gdje se podmornica nalazi.

Lov na podmornice uvijek je uzbudljiv, i prati ga napeto čitava posada. Kad pel odašalje pod vodom nečujne ultrazvučne valove, na razaraču se ispod zapovjedničkog mosta iz pela čuje oštar zvučni signal. Prodoran signal oglašava se neprekidno za čitava krstarenja — sate, dane i tjedne. Posada se privikne na nj, pa ga više ni ne zamjećuje. Ali kad se začuju dva zvižduka, svi odjednom ožive na brodu. Drugi signal javlja da se jeka vratila. U početku su signali veoma razmaknuti, ali kako se brod približava tajanstvenoj prepreci, koja bi mogla biti i podmornica, drugi se signal približava prvome u sve kraćim razmacima. Kad se posve stope u jedan signal, uzbuđenje dostiže vrhunac jer se približava trenutak kada će se, na temelju smjera i daljine na pokazivačima pela, bacanjem bombi napasti i potopiti podmornica, ili će iznenada dojuriti iz dubine torpedo i raznijeti razarač u komade. Izvježban *pelist* tačno razlikuje podmornicu od drugih podvodnih prepreka po zvuku i optičkom signalu na pokazivaču.

MANJI RATNI BRODOVI

Lijevo: torpiljarka od 250 t na parni turbinski pogon iz 1915.





Presjek dodirne mine i sidra: 1. mina, 2. sidro, 3. uteg, 4. sidreno uže, 5. olovni rogovi s galvanskim člancima, 6. eksploziv, 7. uže za podešavanje položajne dubine

Torpiljarke su brodovi kojima je glavno oružje torpedo. U početku, oko 1903, bili su to mali brzi brodovi s parnim stapnim strojem, koji su nosili jednu nepomičnu torpednu cijev ugrađenu u pramcu, malo iznad vodene linije. Oko 1913. torpiljarke su bile veće i na turbinski pogon, naoružane sa 2 dvocijevna okretljiva torpedna aparata na palubi. God. 1939. dosegle su istisninu od 1200 t, ali tada su se prestale graditi jer su bile odviše velike za iznenadne prepade i jer su ih avioni mogli lako pogoditi. S druge strane, bile su opet odviše malene da bi mogle nositi dovoljno oružja za obranu od aviona, brodova i podmornica i ujedno jake i teške strojeve koji bi ih tjerali brzinom potrebnom takvim brodovima. Istisle su ih mnogo manje motorne torpiljarke. One su posve mali ciljevi neprijatelju, mogu razviti mnogo veću brzinu, čak i do 50 čv, a ipak mogu ponijeti i 4 torpeda.

Motorne torpiljarke pojavile su se u prvom svjetskom ratu kao *borbeni čamci*. Sa 2 benzinska motora postizavale su brzinu od 30 do 37 čv. Bile su naoružane sa 2 torpeda, koje su izbacivale iz dva stalno ugrađena okvira. Oko 1930. gradile su se veće motorne torpiljarke s benzinskim, a kasnije još veće (do 90 t) s dizel-motorima. Nosile su dvije stalno ugrađene torpedne cijevi, desno i lijevo od pramca, i jedan protuavionski top malog kalibra.

Moderne motorne torpiljarke duge su oko 30 m i široke do 7,5 m. Naoružane su sa 2 brzometna topa od 40 mm i 2 torpeda od 550 mm, ali mogu nositi i četiri torpeda, koje izbacuju s bokova iz osobitih *okvira*. Za pogon imaju 3 plinske turbine s prenosnicima i mjenjačima za vožnju krmom s ukupnom snagom od 10 500 KS i 3 vijka koji ih tjeraju brzinom od 50 čv. To su, dakle, najbrži brodovi na svijetu. Posada im se sastoji od 17 mornara i podoficira i 3 oficira.

Rebra su na ovim brodovima od aluminija, oplata je od mahagonija, a pod vodom je obložena smjesom poliesterskih smola pomiješanih staklenim nitima. Dno ima oblik *glisera*, čamca koji kliže po morskoj površini. Gliseri su uvijek široki, pa je i ovim brodićima odnos između dužine i širine kao 4 : 1.

Minopolagači su ratni brodovi za polaganje podvodnih mina. Razlikuju se dvije vrsti ovih brodova: brzi minopolagači i obalni minopolagači. *Brzi minopolagači* služe za polaganje mina pred neprijateljskom obalom radi sprečavanja pomorskog prometa. Oni istiskuju 2500—3000 t, nose 200—500 mina, plove brzinom do 40 čv i naoružani su sa 4—6 protuavionskih topova od 100 do 127 mm. *Obalni minopolagači* polažu obrambene mine pred vlastitom obalom, istiskuju

Jugoslavenska motorna torpiljarka iz 1936.



najviše 500 t, nose 130—200 mina i plove brzinom od 12 do 16 čv. Svi minopolagači imaju dizalice za ukrcavanje mina koje se slažu na tračnicama na jednoj ili na dvije palube. Veliki brodovi imaju na donjoj palubi 4 a na gornjoj 2 kolosijeka. Mine se polažu s brodske krme, ali prije nego što se bace s tračnica u more treba svakoj mini namjestiti položajnu dubinu na kojoj će biti uronjena ispod morske površine. Način polaganja mina zavisi o vrsti mina, o svrsi kojoj su namijenjene i o dubini mora.

Podvodne mine dijele se na kontaktne (dodirne), koje eksplodiraju samo kad brod udari u njih, i na nekontaktne, koje eksplodiraju ako brod prođe blizu njih, iako ih ne dodirne.

Dodirne mine su kuglaste ili valjkaste željezne posude napunjene sa 80—350 kg eksploziva. Mogu se polagati u plićem moru i u vodama dubokim do 500 m. Najveće mine polažu se i u vodi koja je duboka do 1500 m. Na minskoj kugli ima više olovnih rogova, na dnu svakog roga su dva pola električne baterije. Iznad polova u staklenci nalazi se sumporna kiselina, a u kugli je električna paljbena sprava. Kad brod udari o minu, zgnječi se olovni rog, razbije se staklenka, kiselina se izlije u bateriju i tada se stvori električni napon od oko 2 V koji pobudi električnu struju, ona zapali eksploziv, i mina eksplodira. Od udara broda o minu do eksplozije ne prođe ni jedna sekunda.

Mina je u moru usidrena sidrom koje ima oblik sanduka. *Minsko sidro* na brodu služi kao ležište za minu, stoga je s gornje strane zaobljeno kako bi mina na njemu sigurno ležala. Ono služi i kao vagončić kojim se mina po kolosijeku prevozi i preko krme baci u more. Zbog toga ima sidro s donje strane 4 kotačića.

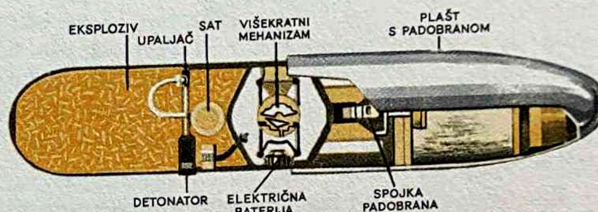
U unutrašnjosti sidrenog sanduka nalazi se valjak na kojem je namotano debelo *sidreno uže*. Osim toga, na sidru je još jedan manji valjak s namotanim užetom utega. Debelo sidreno uže drži minu privezanu za morsko dno da je struje i valovi ne odnesu, a tanje uže s utegom služi za reguliranje *položajne dubine*, tj. da bi se mina sama usidrila na određenoj položajnoj dubini ispod morske površine.

Ako se npr. želi da mina lebdi na položajnoj dubini od 3 m, treba mali bubanj naravnati tako da u moru ispusti 3 m tanka užeta. Kad se mina baci s broda u more zajedno sa sidrom, ona ispliva na površinu, a uteg odmah odmota 3 m tanka užeta. Kad se uže napne, otvara se kočnica velikog bubnja, počne se odmatati sidreno uže, i odmata se sve dok uteg ne legne na morsko dno. Čim uteg dodirne morsko dno, tanko uže prestane vući, kočnica velikog bubnja se zatvori, a sidro povuče minu 3 m ispod morske površine.

Ako se mali bubanj naravna na 10 m, odmata se 10 m tankog užeta, a sidro povuče minu na položajnu dubinu od 10 m. Prema tome, položajna dubina mine ne zavisi o dubini morskog dna, nego o dužini ispuštenog tankog užeta s utegom koji otvara i zatvara kočnicu velikog bubnja.

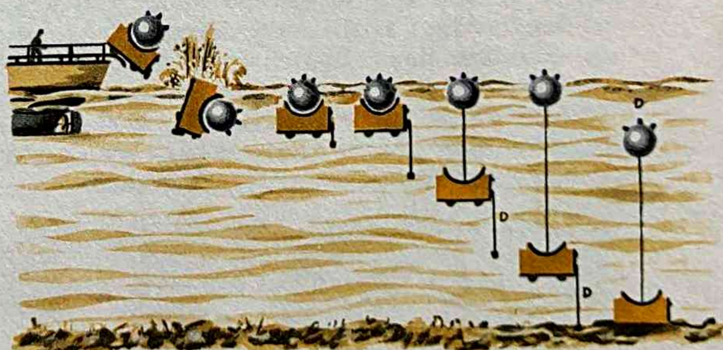
Nekontaktne mine obično leže na morskom dnu i eksplodiraju kad brod prođe blizu njih. Najčešće su takve mine magnetske, zvučne i hidrodinamske mine.

Magnetska mina ima u paljbenoj spravi magnetsku iglu. Kad čelični brod prođe u blizini, njegov trup poremeti zemaljsko magnetsko polje oko mine, magnetska igla se pomakne, zatvori električni kontakt, i mina eksplodira.

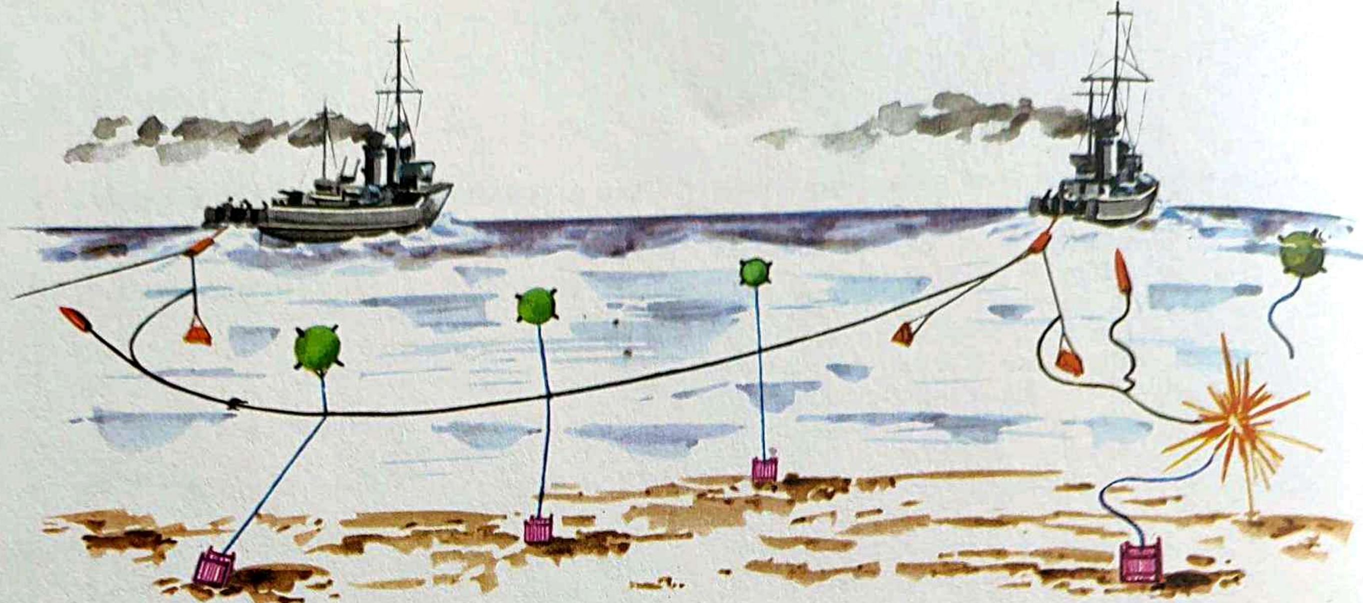


Gore: magnetska mina (avionski tip) baca se na dno plitka mora

Dolje: mina se usidrava na određenu položajnu dubinu ispod morske površine. Dubina se određuje dužinom tanjeg užeta s utegom



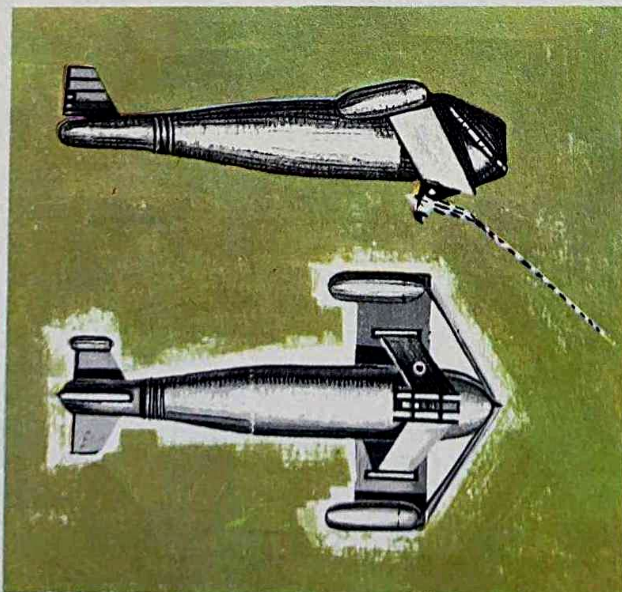
Od magnetskih mina flota se u početku drugog svjetskog rata branila tako da su preko minskog polja prelazili drveni nemagnetski minolovci koji su na dugom konopu teglili iza sebe željezni plovak s jakim elektromagnetom. Mine su eksplodirale ispod plovka i tako same sebe uništavale. Nakon takva čišćenja morskog dna brodovi su mogli ploviti bez opasnosti. Međutim, nekoliko mjeseci poslije izuma te elektromagnetske sprave za razaranje mina pojavile su se drukčije mine. Iako bi se pretražili prolazi nemagnetskim minolovcima, iza kojih bi slobodno prošli prvi i drugi brodovi, mine bi eksplodirale tek ispod



Lovljenje usidrenih kontaktnih mina spojenom minolovkom

trećih ili četvrtih brodova. Nove su mine imale preuređene paljbene sprave. Na svaki prolazak minolovca ili čeličnog broda sprava bi se okrenula za jedan zubac, a mina bi eksplodirala tek kod trećeg, četvrtog ili idućeg zupca. Da bi brodovi mogli sigurno proći kroz opasan morski prolaz, morali su otad minolovci proći kroza nj nekoliko puta.

Zvučna mina. Prošlo je opet nekoliko ratnih mjeseci. Mine su tada eksplodirale i ispod drvenih nemagnetskih brodova. Pojavile su se zvučne mine koje su u paljbenoj spravi imale *hidrofon* (podvodni mikrofon) što je na zvuk brodskog propelera uključio struju iz električne baterije i upalio minu. Zvučne mine trebalo je razarati posebnim malim minolovcima koji su za sobom teglili jako zujalo, što je oponašalo zvuk vijka velikog broda. I zvučna mina leži u plićem moru na morskom dnu. Zanimljivo je da su ponekad zvučne mine eksplodirale same od sebe. Kad se istražio uzrok, ustanovljeno je da su eksploziju izazivali neki morski rakovi svojim zvukovima kojima se međusobno sporazumijevaju.



Hidrodinamička mina leži na morskom dnu i eksplodira na tlak vode što je potiskuje ispred sebe brod kad plovi većom brzinom. U paljbenoj spravi je *hidrodinamska vaga* koja na povećan tlak zatvara električni krug upaljača i upali minu. Ovakve mine razarali su posve mali minolovci koji su za sobom teglili velike i nakrcane stare teglenice. Mine su eksplodirale na poremećenje tlaka u vodi što su ga stvarale stare teglenice.

Minolovci su drveni brodovi koji traže, love i razaraju neprijateljske mine. Poneki imaju kostur od aluminija, ali su duži aluminijski brodski nosači, duga uzdužna rebra i tračnice uvijek izrađeni od više međusobno izoliranih dijelova da se u njima ne bi razvila jaka električna struja. Veliki minolovci istiskuju 700 t i plove brzinom od 15 čv. Mali minolovci istiskuju 100 t i plove brzinom od 10 do 14 čv.

Minolovac ima spravu za otkrivanje mina i različne vrsti minolovki koje su pohranjene u krmenom skladištu, a spuštaju se u more s pomoću *soha* (brodske dizalice).

Sprava za otkrivanje mina djeluje kao *pel* (v.). U moru proizvodi ultrazvučne valove, koji se šire u vodoravnoj ravnini, i hvata jeku onih valova koji se odrazuju s usidrenih mina.

Minolovke se razlikuju prema načinu lovljenja i prema vrstima mina za koje su namijenjene. Za magnetske, zvučne i hidrodinamične nekontaktne mine, koje leže na morskom dnu, minolovke su već opisane uz te mine.

Najvažnije su minolovke za usidrene mine: dvokraka minolovka koja se sastoji od *teglja* (uže za tegljenje) i *dubinskog zmaja* koji vuče minolovku na određenu dubinu kao što dječji zmaj na vjetru vuče svoje uže uvis. Od tačke gdje je učvršćen zmaj, protežu se dva tanka jaka čelična čela (užeta) vodoravno desno i lijevo.

Lijevo: paravan zahvata krilima vodu i opružava konop minolovke

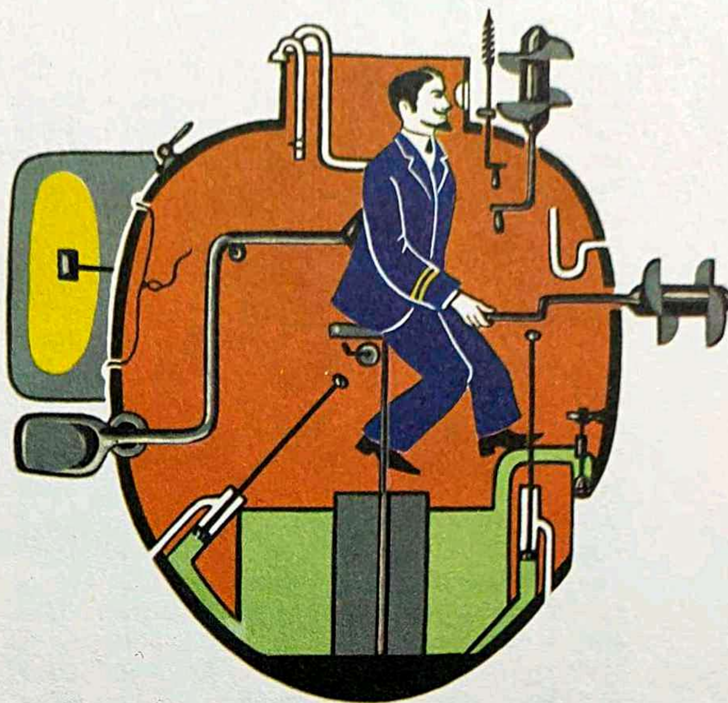
Desno: ronilica »Hundley« iz 1864. Na kraju motke nalazila se mina

Njih šire i drže u razmaknutu položaju *širni zmajevi*. U lovnim čelima umetnuto je nekoliko oštrih *rezača*. Kad minolovka ulovi minsko sidreno uže, rezači ga odrežu i mina ispliva na morsku površinu, gdje se razori eksplozivom.

Paravanska minolovka sliči dvokrakoj minolovci; ima dva duga lovna čelična čela i dubinskog zmaja. Na krajevima lovnih čela umjesto širnih zmajeva pričvršćeni su paravani.

Paravan je cilindrično čelično tijelo sa dva čelična krila. Doimlje se kao mali čelični avion. Kad minolovac tegli minolovku, paravani se okrenu tako da im krila stoje uspravno, zahvataju vodu poput zmajeva i vuku svaki svoj tegalj na svoju stranu. Ulovljena mina zapne svojim sidrenim užetom na čeličnom čelu minolovke, sidreno uže klizi po njemu do paravana gdje ga jak rezač odreže, i mina ispliva na površinu. Prednost je paravanske minolovke da lovi mine na mnogo širem prostoru, do 180 m. Upotrebljava se za osiguranje brodova koji plove iza minolovca.

Spojene minolovke tegle dva ili više minolovaca. Svaki brod vuče svoj tegalj i dubinskog zmaja, a između zmajeva su vodoravno rastegnuta lovna čelična čela. U takvoj minolovci nema paravana ni širnih zmajeva jer oni nisu potrebni.



Ronilica »Turtle« iz 1776.

PODMORNICE

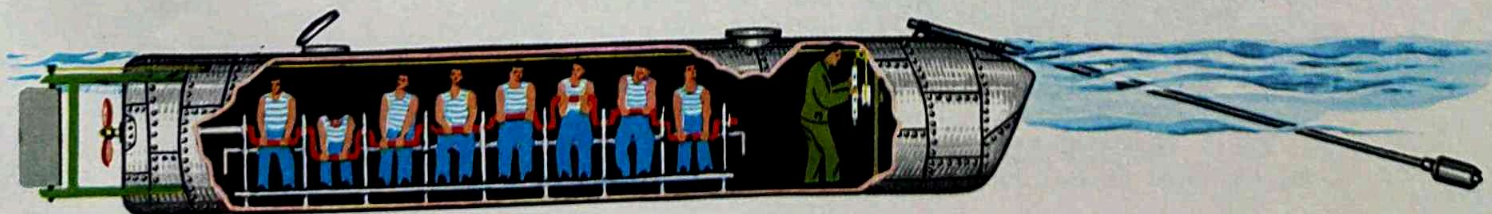
Prvi pokušaji da se sagradi podmornica bili su vezani sa željom da se nevidljivim brodom potajno zada neprijatelju podmukli udarac. Tajnost, nevidljivost i napad glavne su osobine podmornice i danas.

Ronilice. Prve podvodne sprave kojima se čovjek kretao pod morem nisu mogle ploviti na površini kao drugi brodovi, nego su samo ronile, i zato ih zovemo ronilice. Međutim, prvim ronilicama je za plovidbe obično hrbat trupa provirivao iz vode.

U povijesti razvoja podmornica spominju se mnogi izumitelji. Nizozemac *Cornelius van Drebbel* izradio je 1620. drvenu ronilicu obloženu kožom. Ona se kretala na vesla i ronila 3—5 m ispod morske površine. Za Drebbelom slijedi mnogo drugih izumitelja. Ocem ronilice smatra se Amerićanin *David Bushnell* (Bašnel) koji je za američkog rata za nezavisnost 1776. sagradio ronilicu *Turtle* (tartl = kornjača) kako bi napao britanske ratne brodove usidrene pred američkim lukama. U ronilici je sjedio jedan čovjek, okretao je vijak rukom, a krmilo leđima. Punjenjem tankova u dnu ronilice morskom vodom poništio bi *uzgon* (silu koja diže uronjeno tijelo na površinu), a dublje i pliće uronjivao je okomitim vijkom. Za napad ronilica je imala minu sa 70 kg baruta. Mina se morala pričvrstiti za usidreni brod, a palila se satnim mehanizmom.

God. 1800. ponudio je *Robert Fulton* (Fultan) Napoleonu projekt jedne ronilice kojom bi uništio britansku flotu. Projekt je prihvaćen, i Fulton je sagradio ronilicu *Nautilus* od bakrenih limova. Ona se kretala ručnim vijkom, a na površini sklopljivim jedrom. Iako su pokusi uspjeli, ipak ronilicu nisu upotrijebili jer se smatralo da je ona nedostojno oružje.

Fulton zatim odlazi u Veliku Britaniju gdje svoj izum nudi admiralitetu, ali i tu ga odbijaju jer Britancima nije bilo do usavršavanja izuma koji je prijetio linijskim brodovima, tadašnjim gospodarima mora. Napokon se Fulton vratio u Ameriku gdje je počeo graditi ronilicu na parni pogon, ali je gradnja prekinuta kad je on umro.



God. 1851. Nijemac *Wilhelm Bauer* sagradio je prvu ronilicu od željeznih limova i njome ronio po luci, a 1855. izgradio je drugu u Rusiji kojom je izvršio 134 pokusa u Kronštadtu i Petrogradu. Bauerova je ronilica bila naoružana minom na pramcu.

Za američkoga građanskog rata Južnjaci su sagradili dvije ronilice. Prva je bila zapravo parni čamac bez nadvođa s visokim dimnjakom i minom na dugoj motki ispred pramca. Njome je 1863. oštećen sjevernjački monitor *New Ironsides* (Nju Ajronsajds).

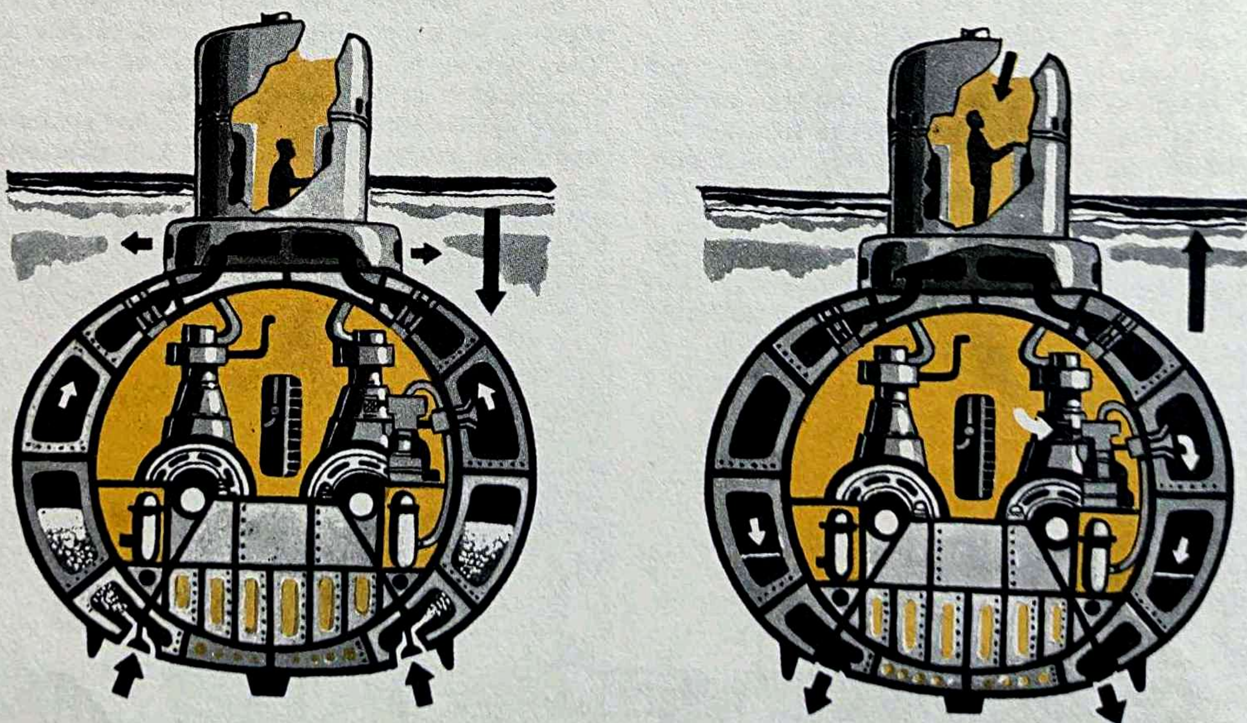
Druga ronilica, nazvana *Hundley* (Handli), kretala se na ručni pogon vijka brzinom od 4 čv. Duga motka ispred pramca nosila je na kraju minu od 50 kg, koja bi se zabila udarom u bok neprijateljskog broda. Pošto bi se ronilica povukla, mina se palila potezanjem uzice. Ova je ronilica 1864. potopila sjevernjačku korvetu *Housatonic* (Hausetonik), ali je i sama potonula. U Francuskoj je izgrađena prema planovima *Charlesa Bruna* (Šarla Brena) ronilica *Plongeur* (Plonžer) od 420 t koju je tjerao motor na stlačeni zrak; ona je na pramcu nosila minu na dugoj motki. Uskoro se i u drugim državama grade i iskušavaju različne ronilice. U Rusiji *Drževiecky* uvodi u podmornicu *periskop*, u Velikoj Britaniji *George Garret* (Geret) elektromotorni pogon, a u Švedskoj *Theodor Nordenfelt* naoružava ronilicu torpedom i topom. I *Nikola Tesla* izrađuje 1899. planove i gradi ronilicu s električnim pogonom, ali se zatim bavi drugim izumima korisnijim za čovječanstvo.

Poslije 1890. najviše su na usavršavanju ronilica radile Francuska i SAD. U Francuskoj je sagrađena ronilica *Gustav Zedée* (Gistav Zedé) od 266 t koja je bila naoružana sa 3 torpeda; elektromotor ju je tjerao strujom iz akumulatora brzinom od 12 čv na površini a 9,5 čv pod vodom.

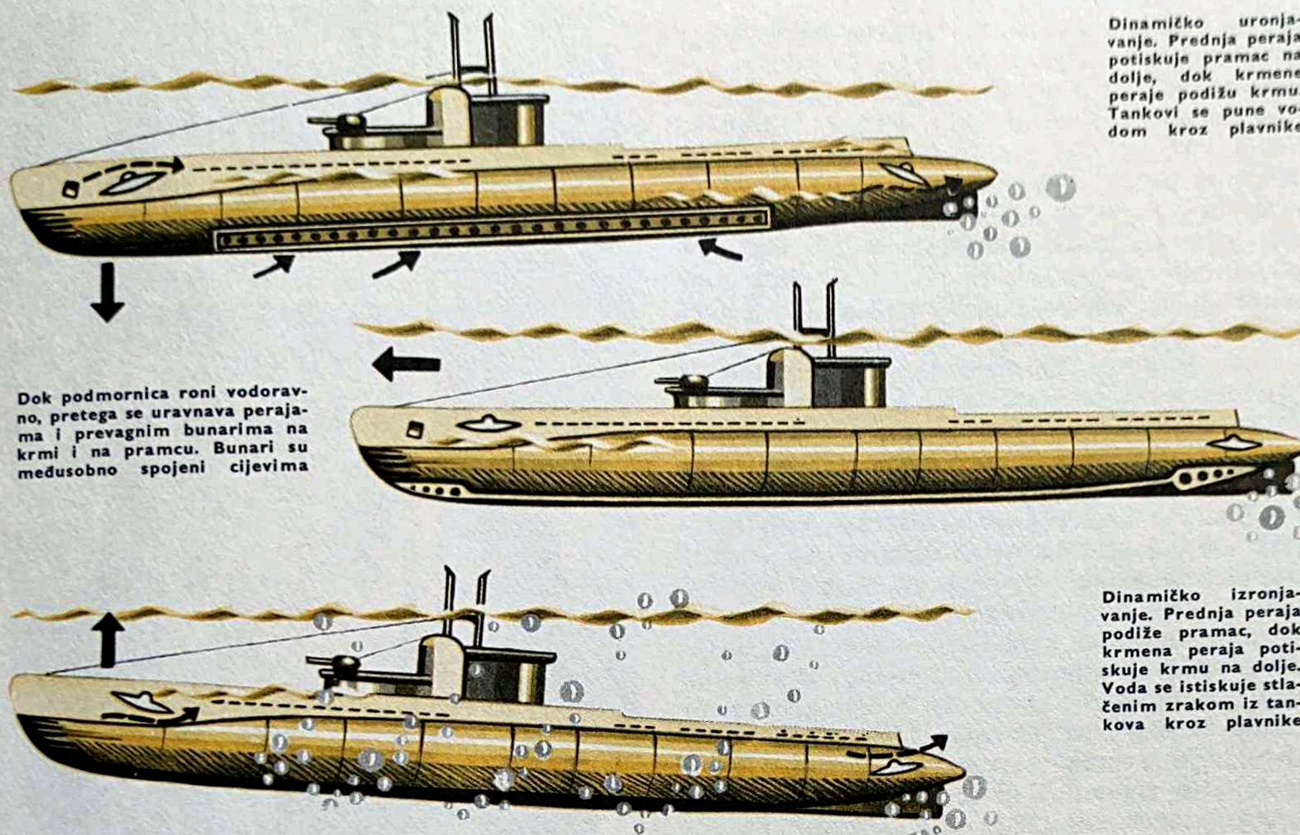
Sve su dotadašnje ronilice imale mnogo nedostataka: slabo su se držale na valovima, nisu bile pogodne za plovidbu na površini i morale su se vrlo često vraćati u luku da im lučke elektrane napune akumulatore.

Podmornice. Da bi se uklonile mane ronilica, francuska mornarica je raspisala natječaj za ronilicu boljih osobina. Prvu nagradu dobio je *Maximilian Laubeuf* (Lobef), koji je izradio nacrte za prvu pravu podmornicu. On je sagradio gotovo obični brod tanka trupa za plovidbu po površini i u nj umetnuo ronilicu debela trupa u obliku cigare. Njegov je *Narval* istiskivao 117/200 t (117 t izronjen ili 200 t uronjen). Na površini ga je tjerao parostroj brzinom od 10 čv, a pod vodom elektromotor brzinom od 6,5 čv. Ovakav se pogon naziva *dvojni pogon*. Umjerenom brzinom mogao je preploviti oko 500 nm, a pod vodom roniti 40 nm.

Dvojni pogon učinio je podmornicu samostalnom. Parni stroj okretao je parom iz kotla, koji se ložio uljem, na izronjenoj podmornici vijke i tjerao podmornicu, ali je ujedno okretao i 2 dinama koji su stvarali električnu struju i punili akumulatore. Kad je plovila pod vodom, parni kotao bio je pogašen i parostroj zaustavljen,



Lijevo: statičko uronjavanje. Tankovi se pune kroz plavnike, a kroz odušnike izlazi zrak
Desno: statičko izronjavanje. Odušnici su zatvoreni, a voda se istiskuje stlačenim zrakom



Dinamičko uronjavanje. Prednja peraja potiskuje pramac na dolje, dok krmene peraje podižu krmu. Tankovi se pune vodom kroz plavnike

Dok podmornica roni vodoravno, pretega se uravnava perajama i prevagnim bunarima na krmi i na pramcu. Bunari su međusobno spojeni cijevima

Dinamičko izronjavanje. Prednja peraja podiže pramac, dok krmena peraja potiskuje krmu na dolje. Voda se istiskuje stlačenim zrakom iz tankova kroz plavnike

a vijke su okretali isti električni strojevi, koji su se od dinama pretvorili u elektromotore okrećući vijke strujom iz akumulatora. Podmornica je tako postala nezavisna od lučkih elektrana.

Kotao i parni stroj uskoro su odbačeni jer nisu bili prikladni za brzo uronjavanje podmornice. Dimnjak i užareni kotao zadavali su pri uronjavanju dosta briga graditeljima i podmorničarima. Stoga su uvedeni benzinski motori, ali su i oni imali neke nedostatke. Nisu bili još dovoljno sigurni i često su se kvarili. Zbog benzinskih para prijetila je opasnost od eksplozija, a posade su obolijevale od trovanja. Sve su ove nedostatke uklonili dizel-motori, koji su na podmornicama uvedeni 1908.

Moderne podmornice imaju dva trupa. Vanjski, laki trup, i unutrašnji čvrsti.

Laki trup zaoštren je na pramcu i na krmi te podmornici daje oblik kaplje. Takav je trup najpogodniji za velike brzine jer u vodi pruža najmanji otpor; nije deblji od 5 do 9 mm jer u dubini, kad podmornica roni, nije izložen povećanom tlaku mora. Između njega i unutrašnjega čvrstog trupa nalaze se tankovi za ronjenje i prostori koji se naplavljuju morskom vodom, pa je tlak u tom međuprostoru bez obzira na dubinu uvijek jednak vanjskom tlaku mora. U tankovima, koji se naplavljuju, smješteni su oni opremni predmeti što se ne kvare u moru: lanci, čelična užeta, vitla, čamci, telefonske plutače i dr.

Čvrsti trup je debeo 10—26 mm jer mora izdržati tlak morske vode i na dubini od oko 250 m. U ratu su se podmornice spuštale i dublje, ali na kratko vrijeme i uz priličnu opasnost. Na čvrstom trupu u sredini je *toranj* koji je jednako debeo kao čvrsti trup. U tornju su različni uređaji za upravljanje, navigaciju i napad. Kroza nj ulazi posada u podmornicu i izlazi iz nje na most i na palubu. Kroz otvoreni toranj, kad je izronjen, ulazi u podmornicu zrak potreban posadi za disanje i dizel-motorima za pogon. Što je toranj viši, podmornica može s veće dubine upotrebljavati *periskope*. Na većoj dubini je i more mirnije, a manja je i opasnost da u trup podmornice udari koji površinski brod. Zbog opasnosti od takva sudara za vrijeme ronjenja toranj se mora zatvoriti i odozdo nepropusnim vratima.

Čvrsti trup je pregrađen sa 4—7 nepropusnih čvrstih i lakih pregrada. *Čvrste pregrade* moraju izdržati jednak tlak kao i čvrsti trup. Kako se sudari i oštećenja najviše događaju kad je podmornica na površini ili na periskopskoj dubini, neke podmornice imaju samo 2 čvrste pregrade. Ostale pregrade su lake i one mogu u manjoj dubini zadržati prodrlu vodu. Ali ako se takvoj podmornici dogodi kakva nezgoda i prodor vode u većoj dubini, može se gotovo sa sigurnošću ustvrditi da će ona potonuti. *Lake pregrade* postavljaju se jedino zbog uštede na težini. U svim su pregradama *nepropusna vrata*. Ako se u trupu zbog prodora jedna prostorija napuni vodom, druge prostorije ostaju suhe. Stoga vrata na pregradama moraju biti za svake opasnosti

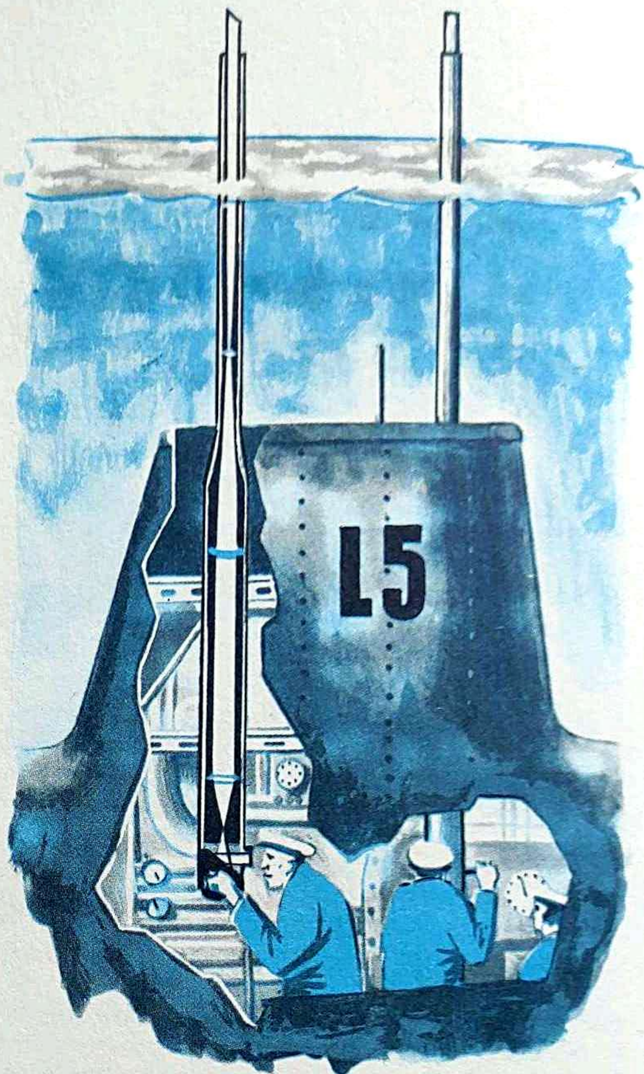
nepropusno zatvorena. U čvrstom su trupu i pomoćni tankovi.

Između lakog i čvrstog trupa nalaze se duž oba boka *tankovi za ronjenje*, tzv. *glavni tankovi*. Svaki tank ima na vrhu ventil *odušnik* a na dnu ventil *plavnik*. Svi se ventili otvaraju i zatvaraju iz čvrstog trupa sa središnjeg mjesta u *centrali*. Glavnim tankovima poništava se 97% uzgona podmornice, a ostatak se poništava punjenjem unutrašnjih *pomoćnih tankova*. Kad se glavni tankovi napune morskom vodom, podmornica je već uronjena. Odušnici se tada zatvore, a plavnici ostaju otvoreni kako bi unutrašnji tlak ostao neprekidno jednak vanjskom tlaku.

Kad se želi da podmornica izroni, pušta se iz boca u unutrašnjosti podmornice u glavne tankove stlačen zrak koji potiskuje vodu kroz plavnike sve dok se tankovi ne isprazne. Tako podmornica zaronjuje i izronjuje na mjestu. Ovakav se način ronjenja zove *statičko ronjenje*.

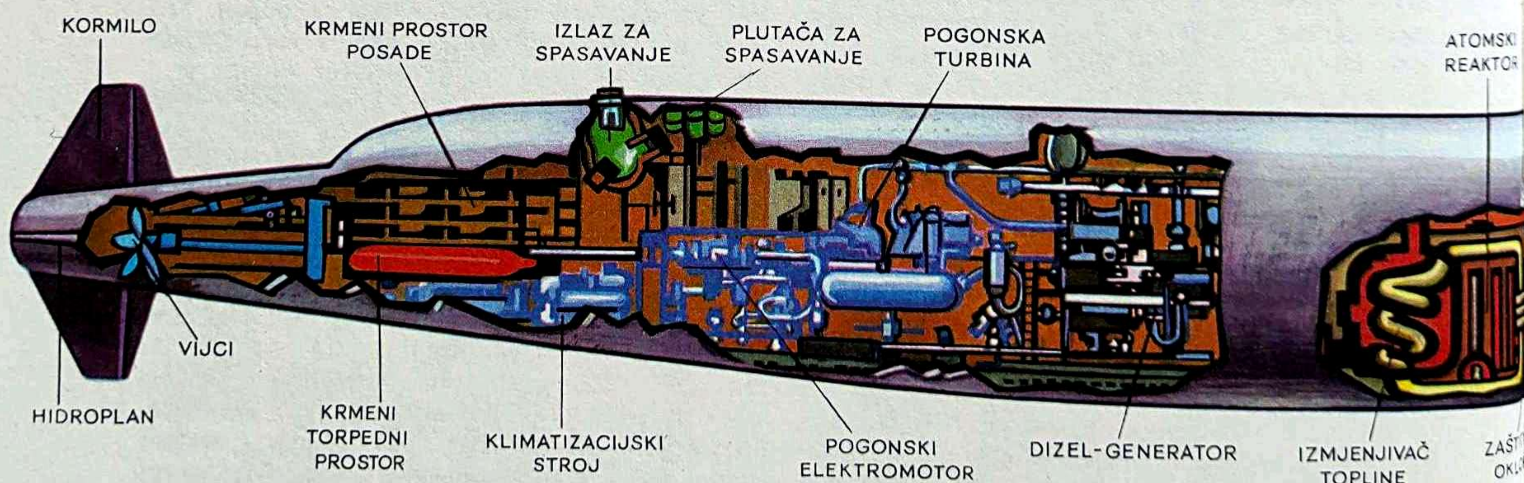
Podmornica se upravlja krmilom kao svaki drugi brod, ali osim toga kod pramca i kod krme ima još sa svake strane po jedno vodoravno krmilo koje se zove *hidroplan*. Hidroplani se upotrebljavaju u vožnji za nagibanje podmornice u uzdužnom smjeru. Kad se želi da podmornica u vožnji brže zaroni, prednji se hidroplani okrenu tako da potisnu pramac na dolje, a krmenim se hidroplanima uzdiže krma prema gore. Time se čitav trup usmjeri pramcem koso prema morskom dnu, i podmornica se tjera vijcima u dubinu. Ovakav se brži način zaronjivanja zove *dinamičko ronjenje*.

U ratu, kad podmornica plovi na površini u stanju borbene spremnosti, plavni ventili moraju



Zapovjednički most i kula podmornice iz 1940. U trupu zapovjednik uz periskop za napad, navigacijski oficir uz drugi periskop i krmilar uz kolo. Na mostu je bio 1 teški mitraljez, a na palubi ispred kule jedan top od 88 mm. Oko 1943. podmornica je dobila njušku

Dolje: presjek prve nuklearne podmornice »Nautilus« iz 1955.



biti otvoreni a odušnici zatvoreni, dio tankova je naplavljen, podmornica je djelomično uronjena, posada je na borbenim mjestima, a na mostu je navrh tornja samo straža. Na znak uzbune zaustavljaju se dizel-motori i upućuju elektromotori sa strujom iz akumulatora, straža ulazi u toranj i zatvara poklopac, otvaraju se odušnici i okreću hidroplani. Podmornica se naginje pramcem prema dolje i roni brzo u dubinu. Na modernim podmornicama borbeno zaronjivanje traje oko 20 sek.

Unutrašnji *pomoćni tankovi* služe: jedni za izjednačenje težina (npr. zbog promjena slanoće mora), a drugi za izravnavanje podmornice (npr.

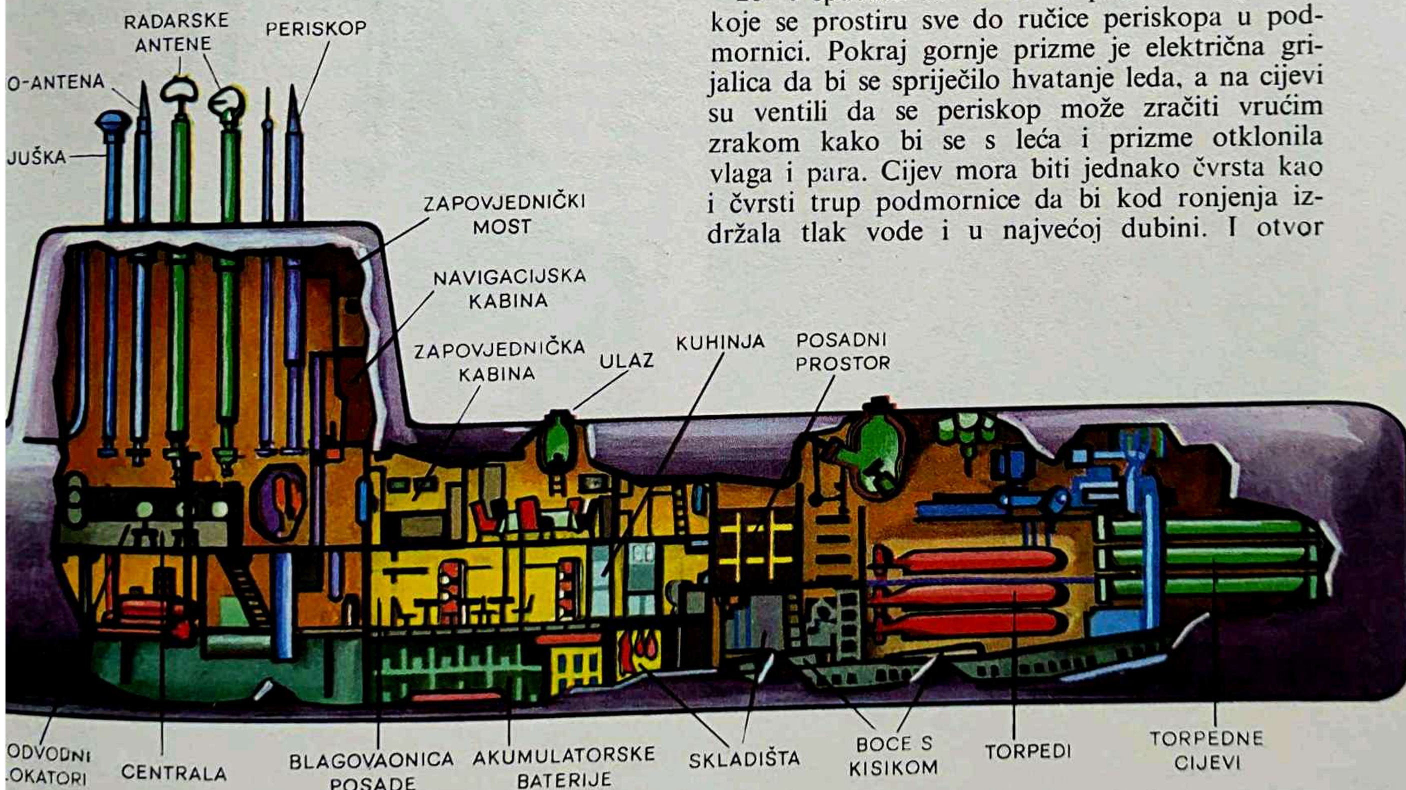
kad se premješta posada s pramca na krmu ili obratno). Tankovi su zbog toga međusobno spojeni cijevima preko sisaljki kako bi se voda mogla prebacivati iz pramčanog u krmeni tank. Spojeni su i s bocama u kojima se drži stlačen zrak kako bi se iz tankova mogla voda *piriti* (potiskivati stlačenim zrakom), a spojeni su s pomoću ventila i s morem kako bi se mogli *plaviti* (naplavljivati).

Uređaji za upravljanje. Krmilo i hidroplani pokreću se iz tzv. *centrale* u sredini podmornice bešumnim elektromotornim spravama. Za navigaciju podmornice imaju magnetski i giroskopski kompas. Nove atomske podmornice opremljene su modernim uređajem za tzv. *inercijsku navigaciju*. Takav uređaj daje blizu polova najtačnije kursove i položaje, jer se upotrebljavaju sprave koje ne zavise o zemaljskom magnetizmu, a ne smetaju ih nagle promjene kursova zbog okretanja Zemlje i meridijana oko polova. Osim toga, sve podmornice imaju brzinomjer, dubinomjer, uređaj za automatsko održavanje dubine i kursa, radio-goniometar, radar, pel, periskop, šumosmjerač, radar-detektor i dr.

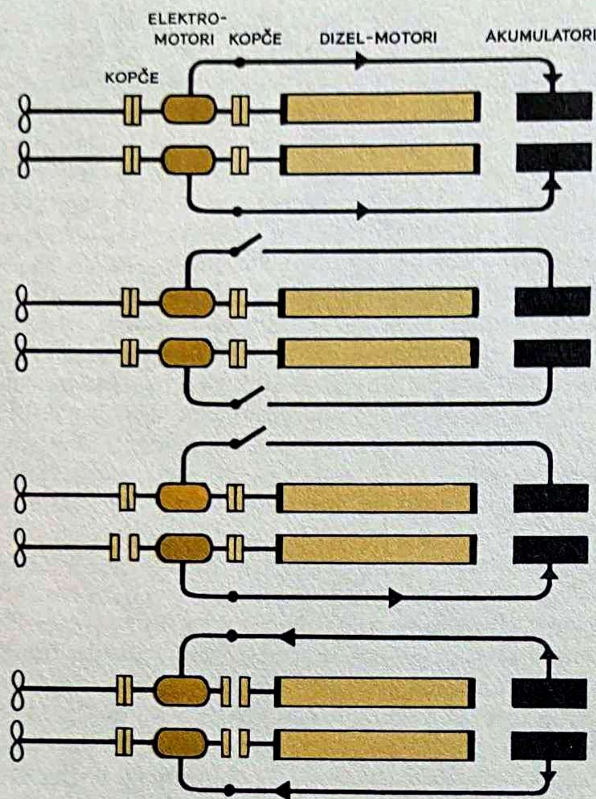
Periskop je podmornici na periskopskoj dubini (kad on proviruje iz vode) glavno sredstvo za navigaciju. Moderne podmornice srednje veličine imaju 3 periskopa; dva za napade i jedan za navigaciju. Ponekad imaju i četvrti, *noćni periskop*. Periskopom se mogu otkriti objekti udaljeni 20—25 km. Vrh periskopa može se s brodova zamijetiti dalekozorom do daljine od 2 km, a radarom i do 12 km. To sili podmornicu da se cilju približava bez izronjena periskopa, samo s pomoću šumosmjerača i pela, a noću umjesto noćnog periskopa služi se infracrvenim goniometrom da je ne bi otkrio radaraski detektor.

Moderni podmornički periskopi dugi su 6—15 m, s promjerom glavne cijevi od 120 do 190 mm. Vrh je vrlo tanak kako bi se što manje vidio s broda i stvarao što manji otpor u vodi za vrijeme vožnje. Periskop je sastavljen od dva dalekozora koji su smješteni u uspravnoj cijevi jedan povrh drugoga s jednim objektivom nasuprot drugome, a okulari su na krajevima. Na vrhu periskopa, koji je zatvoren zaštitnim staklom, smještena je prizma koja lomi zrake i usmjeruje ih prema dolje. Prizma se može okretati oko vodoravne osi, tj. podizati do kuta od 20° i spuštati do — 15° s pomoću dvije žice koje se prostiru sve do ručice periskopa u podmornici. Pokraj gornje prizme je električna grijalica da bi se spriječilo hvatanje leda, a na cijevi su ventili da se periskop može zračiti vrućim zrakom kako bi se s leća i prizme otklonila vlaga i para. Cijev mora biti jednako čvrsta kao i čvrsti trup podmornice da bi kod ronjenja izdržala tlak vode i u najvećoj dubini. I otvor kroz koji se izvlači periskop iz trupa mora biti dobro zabrtvljen. Periskop može sliku povećati do 6 puta, a može se okretati na sve strane.

Iz podmornice se periskop izvlači i u nju uvlači stlačenim uljem ili elektromotorom, a postoji i rezervni uređaj za dizanje periskopa rukom. Na nekim se podmornicama zajedno s okularom



Periskop je optički instrument za neopaženo motrenje okolice iz zaronjene podmornice. Prvi periskop bio je obična cijev koja je na oba kraja imala zrcalo nagnuto pod kutom od 45°. Izumio ga je Belgijanac *Daudenard* (Dodenar) 1872. za motrenje neprijateljskih položaja iza zaklona na bojištu.



Različite kombinacije pogona na dizel-električnoj podmornici

diže i spušta i motriočevo sjedište, a na nekima je okular uvijek u istoj visini bez obzira koliko se periskop diže ili spušta. Na malim tzv. džepnim podmornicama periskop je nepomičan i može se samo okretati. Noćni periskop ima veći objektiv i manje leća kako bi što više svjetlosti došlo do motriočeva oka.

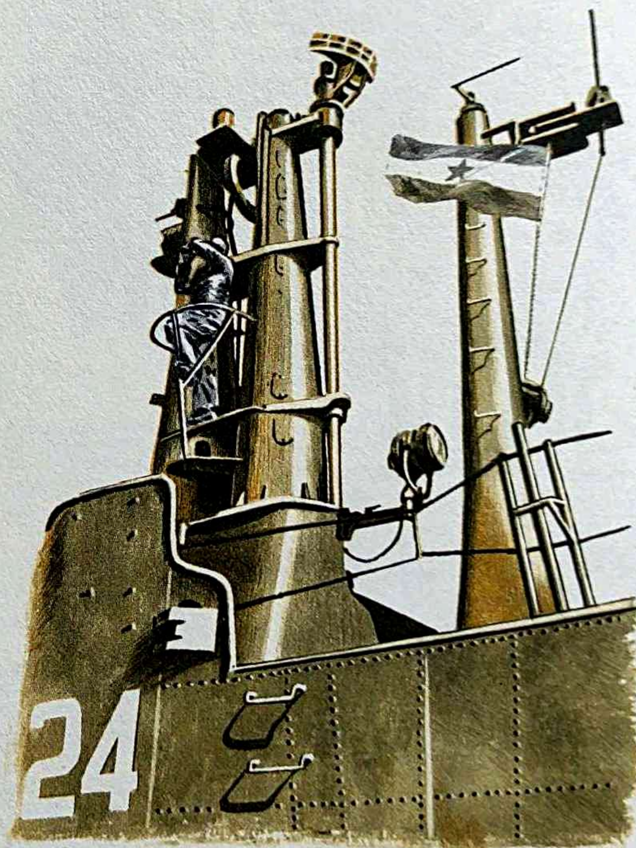
Pogonski uređaj podmornice. Moderne podmornice na dizel-motorni pogon imaju 2—4 dizel-motora. Na podmornici sa 2 dizel-motora desni motor okreće desni vijak, a lijevi motor lijevi vijak. Između dizel-motora i vijaka umetnute su dvije kopče i elektromotori. Takvim rasporedom moguće su različne kombinacije pogona: za vožnju i za punjenje akumulatora.

Ako se ukopčaju sve četiri kopče, podmornica vozi sa dva dizel-motora; okreću se i oba generatora, a strujom iz njih puni se akumulatorska baterija. Ako se prekinu kontakti u kabelima, oba se generatora okreću u prazno, i dizel-motori okreću vijke većom brzinom.

Druga je kombinacija da jedan dizel-motor okreće vijak i tjera podmornicu (elektromotor se okreće u prazno), a drugi dizel-motor okreće generator i puni akumulatorsku bateriju; drugi je vijak iskopčan.

Treća se kombinacija upotrebljava kad je podmornica pod vodom: iskopčana su oba dizel-motora, a oba se vijka okreću elektromotorima koji dobivaju struju iz akumulatorske baterije.

Američke brze podmornice za napad imaju 3 dizel-motora i 3 generatora koji bez prekida proizvode električnu struju. Strujom se okreće elektromotor, a on okreće vijak. Može se učiniti da se električnom strujom iz sva tri generatora puni samo akumulatorska baterija. Moguće su i druge kombinacije, tj. da se strujom iz jednoga ili dva generatora tjera elektromotor i vijak, a sa dva ili jednim generatorom puni akumulatorska baterija. Takve su posljednje američke dizel-električne podmornice, sagrađene prije nuklearnih. Dizel-električne podmornice tipa *Barbel* od 1690/2637 t plove na površini brzinom od 15 čv, a pod vodom sa 25 čv.



Njuška, periskopi, jarbol i radarska antena na podmornici iz 1945.

Podmornice su do drugoga svjetskog rata plovile uvijek većom brzinom na površini nego uronjene pod vodom. Kako su iskustva stečena u ratu pokazala da je važnija podvodna brzina, moderne se podmornice kreću brže pod vodom nego na površini. Zbog toga se sada posvećuje više brige obliku trupa, osobito za podvodnu vožnju. Trup ima oblik kaplje, bez ikakvih nadgrađa, topova, mostova i opremnih predmeta, koji pružaju otpor u vodi. Iz trupa strši samo visok toranj, ali i on ima u presjeku oblik kaplje.

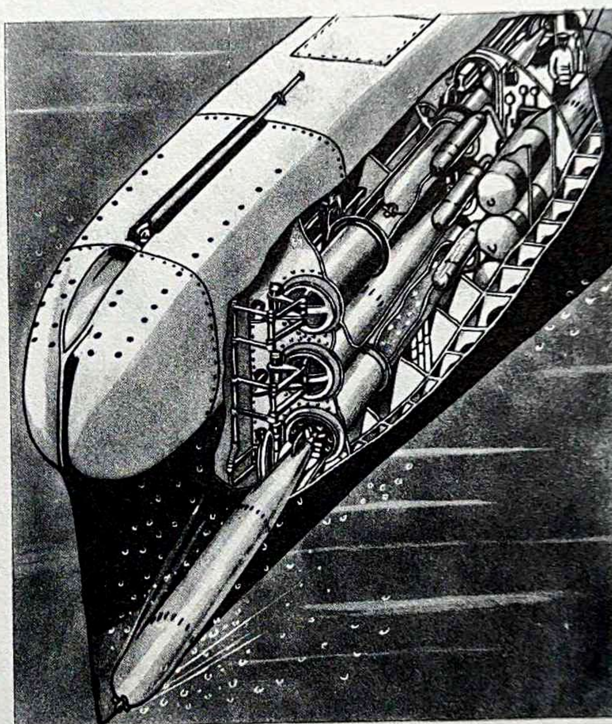
Njuška. Nizozemski su podmorničari izumjeli i iskušali 1938. spravu kojom je i podmornica uronjena do periskopske dubine mogla voziti dizel-motorima. Nijemci su pri zauzeću Nizozemske zarobili podmornice s takvim spravama i 1944. upotrijebili ih na svojim podmornicama. Oni su tu spravu nazvali *Schnorkel* (Šnorkl); mi je zovemo *njuška*. To su dvije duge okomite cijevi jedna u drugoj. Kroz unutrašnju se usisava svjež zrak iz atmosfere u podmornicu, a kroz drugu (kroz međuprostor između njih) izbacuju se ispušni plinovi iz dizel-motora. Na vrhu cijevi je zatvorni ventil, koji se zatvara s pomoću plovka ili električnom spravom. Čim cijev uroni, plovak se podigne i nepropusno zatvori njušku.

Njuška je povećala daljinu plovljenja i sigurnost podmornice u ratu. Umjesto da dizel-motorima plovi na površini, ona je uronjena na periskopskoj dubini. Periskop i njuška mnogo su se teže zamjećivali s neprijateljskog broda nego čitav izronjeni trup. Ako je neprijatelj ipak otkrio i napao podmornicu, ona se mogla vrlo brzo izgubiti u morskim dubinama s punim akumulatorima, jer ih je uronjena s njuškom na površini punila do posljednjeg trenutka.

Ronjenje s njuškom prikrilo je doduše podmornicu, ali je ogorčilo život posadi. Na uzburkanu moru valovi zatvaraju i otvaraju ventil, pa dizel-motori usisavaju zrak čas iz atmosfere kroz njušku čas iz unutrašnjosti podmornice. Stoga se i tlak zraka u podmornici vrlo naglo mijenja, a posada sve to osjeća bolnim udarcima u ušima. Za velikih valova dizel-motori su izbacivali otrovne ispušne plinove kroz ventile sigurnosti u prostorije podmornice umjesto u more. Pri krmenom vjetru plinovi su se usisavali kroz njušku u unutrašnjost podmornice. Ipak su neke podmornice 1944. izdržale u podvodnoj vožnji s njuškom i do 65 dana.

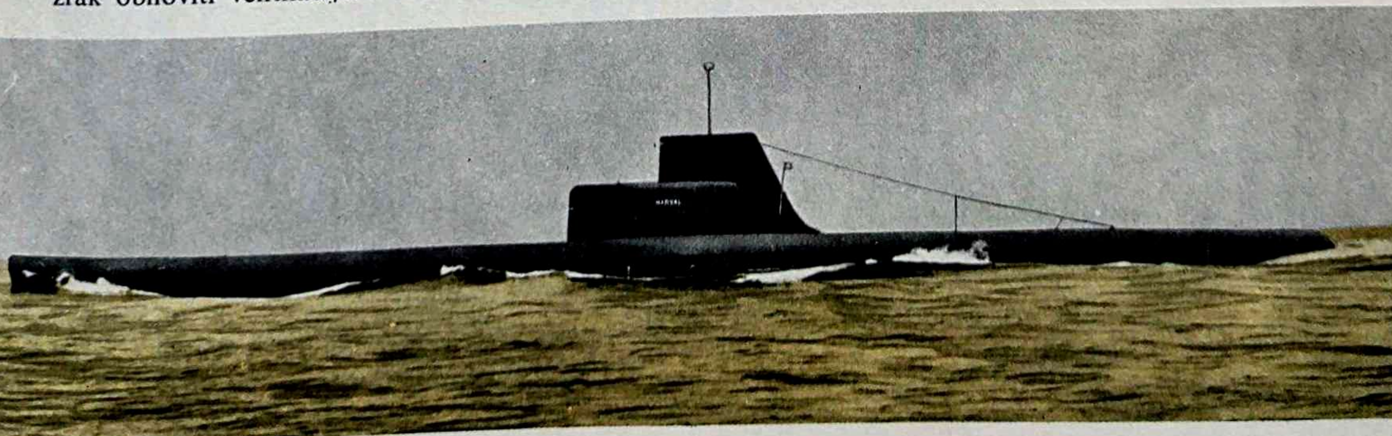
Disanje posade u podmornici stvara ugljični dioksid (CO_2). Ako se u zraku nalazi 2% ugljičnog dioksida, onda je takav zrak škodljiv; 6% ugljičnog dioksida u zraku izaziva nesvijest, a 7—9% otrovanje i smrt. Disanjem se smanjuje i količina kisika. Ako ona spadne od 21% na 17%, već se u takvu zraku ne može živjeti. Ako podmornica boravi 12—15 sati pod vodom, treba zrak obnoviti ventilacijom kroz izvučenu njušku ili kroz izronjeni toranj ili unutrašnjom obnovom zraka, poništavanjem ugljičnog dioksida kemijskim sredstvima i dodavanjem kisika. Zrak se u podmornici kontrolira specijalnim aparatima. Podmornica nosi sa sobom toliku zalihu kisika i kemijskih sredstava da se zrak može obnavljati u zaronjenoj podmornici neprekidno 2—4 dana.

Naoružanje podmornice sastoji se od torpeda i projektila. Podmornice mogu polagati podvodne mine, a poneke imaju i različna specijalna oružja. Do nedavna sve su podmornice imale i topove. Sada ih više ne nose, jer topovi smanjuju podvodnu brzinu, a i rijetko se mogu upotrijebiti. Podmornica je nestabilna, pa se s njezine palube teško gađa topovima. Osim toga, trup podmornice tako je osjetljiv da se ona ne može upuštati



Pramac podmornice sa šest torpednih cijevi. Na slici se vide samo tri lijeve cijevi. U gornju se cijev umeće rezervni torpedo. Srednja je cijev zatvorena s prednje i stražnje strane i u njoj je torpedo spreman za izbacivanje. Torpedo je izbačen iz donje cijevi, a u nju ulazi morska voda koja nadomješta težinu izbačenog torpeda. Pošto se zatvori donja cijev, voda se ispušta u nadomjesni tank, otvaraju se stražnja vrata torpedne cijevi i umeće novi torpedo

Dolje: podmornica »Narval« na dizel-električni pogon iz 1954.



u artiljerijski dvoboj ni s malim brodovima. Za obranu od aviona topovi su još neprikladniji, i najsigurnija joj je zaštita morska dubina.

Torpedo je glavno oružje podmornice. Izbacuje se iz podvodnih torpednih cijevi koje se nalaze u pramcu i krmi. Male podmornice imaju 2—4 cijevi samo u pramcu, a velike 6 u pramcu i 4 u krmi. Cijevi su nepomične i jednake čvrstoće kao i čvrsti trup u koji su ugrađene.

Svaka se torpedna cijev zatvara nepropusnim poklopcima. Unutrašnji se poklopac na cijevi otvori kad treba umetnuti torpedo, a vanjski se otvori nešto prije izbacivanja torpeda. Torpedo se izbacuje iz cijevi stlačenim zrakom. Ako se izbacuje iz obične cijevi, treba najprije u nju pustiti morsku vodu da se izjednače tlakovi, pa tek tada otvoriti vanjski poklopac. Kad se torpedo izbaci iz cijevi, s njim sukne i zrak. Taj zrak kao veliki mjehur izroni na površinu i pjenom odaje položaj podmornice. Da bi se to izbjeglo, ugrađuje se uz torpednu cijev odušni tank u koji uđe gotovo sav zrak. Nakon izbacivanja torpeda u cijev uđe morska voda koja nadomjesti težinu torpeda. Pošto se zatvori vanjski poklopac, voda se ispušta u nadomjesni tank, i tek tada se može otvoriti unutrašnji poklopac i umetnuti drugi torpedo.

Moderne podmornice imaju automatske torpedne cijevi. Na njima automat otvara vanjski poklopac i bez naplavljivanja cijevi, a torpedo se potisne jednim stapom tako da zrak ostane iza stapa i ne izlazi iz podmornice. U istom trenutku u nadomjesni tank uđe onoliko kg vode koliko je bio težak izbačeni torpedo. Kad se ne bi nadomjestila njegova težina, podmornica bi izronila pramcem izvan morske površine.

Torpedi se mogu izbacivati iz dubine do 20 m, a u posljednje vrijeme i do 30 m. Ako se izbace odjednom svi torpedi, sve se cijevi mogu ponovno napuniti za 15—30 min. Još 1945. toliko je vremena trebalo da se ponovno napuni samo jedna torpedna cijev. Podmornica nosi u rezervi za svaku cijev po 2—3 torpeda.

Mine za polaganje iz podmornica izrađene su tako da se mogu izbacivati kroz torpedne cijevi. Manja podmornica može ponijeti 20, a velika i do 70 mina. Za prvoga svjetskog rata bilo je sagrađeno u svijetu oko 140 podmornica minopolagačica koje su nosile mine u suhoj prostoriji u čvrstom trupu ili u uspravnim rovovima odnosno na palubi.

NUKLEARNI POGON

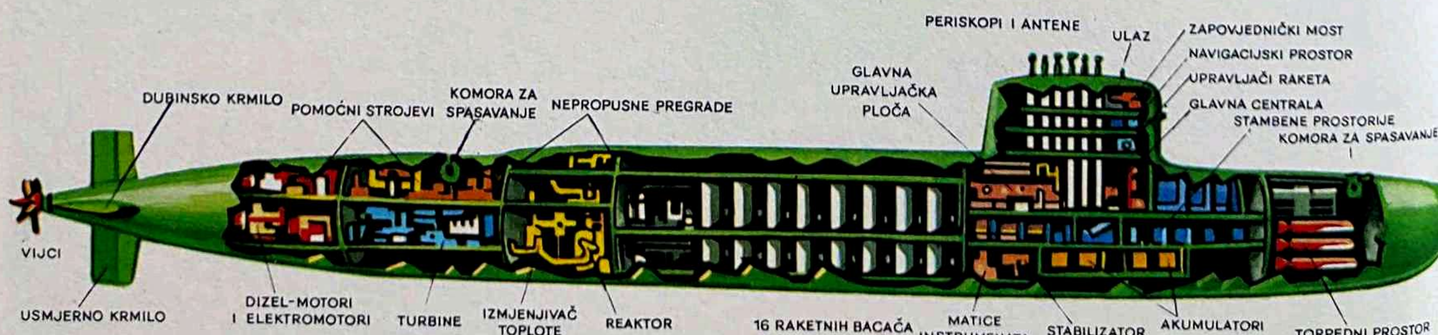
Tvar i energija. Svaka je tvar (materija) zbijena energija u masi nekog tijela. Npr. svaki komad ugljena, tj. veća ili manja ugljena masa, sadržava toplinsku energiju kojom se može grijati voda u parnom kotlu, a dobivena para može tjerati različne strojeve. I vodena masa sadržava energiju. Iz nekog brdskog jezera može se voda dovesti cijevima do hidroelektrana gdje tjera vodene turbine koje proizvode električnu energiju.

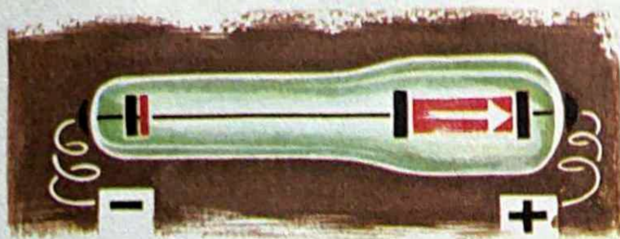
Godine 1905. *Albert Einstein* (Ajnštajn) je dokazao da su tvar, masa i energija samo tri različna imena za isti pojam i da stanovita masa neke tvari može dati određenu količinu energije. On je tu vezu prikazao čuvenom formulom $E = mc^2$ u kojoj je E energija, m masa a c brzina svjetlosti u zrakopraznu prostoru.

Molekula. Svaka je tvar sastavljena od malih čestica, koje je talijanski fizičar *Amadeo Avogadro* 1811. nazvao *molecola* (molekola), a to znači mala masa. Molekula je najmanja čestica koja još ima osnovna kemijska svojstva pojedine tvari i koja može sama postojati. Svaka se molekula može dijeliti na manje dijelove, atome.

Atom je najsitnija čestica neke tvari koja se kemijski ne može dalje rastavljati, ali se može spajati s atomima drugih tvari. Tako je npr. molekula vode sastavljena od dva atoma vodika i jednog atoma kisika. Dugo se vremena vjerovalo da se atom ne može ni na kakav način dalje dijeliti na sitnije djeliće, pa mu je i do danas ostalo ime (atomos = nedjeljiv) koje mu je dao grčki filozof *Demokrit* gotovo prije dvije i pol tisuće godina. Po Demokritu je čitav svijet sastavljen od neizmjernog mnoštva atoma i praznog svemirskog prostora. Ni čovjek nije iznimka, pa se i njegovo tijelo sastoji od atoma. Demokritova misao o atomskoj građi prirode uskoro je pala u zaborav i ostala je zaboravljena sve do 1612. kad ju je uskrsnuo francuski filozof *Pierre Gassendi* (Pjer Gasandi), koji ju je prihvatio i dopunio tvrdnjom da se atomi drže među sobom nekom privlačnom silom kao što se sitni magneti drže čvrsto jedan uz drugi.

Američka nuklearna podmornica »George Washington« iz 1959. sa 16 upravljivih projektila »Polaris«





U zrakopraznoj Crookesovoj cijevi pozitivna pločica (anoda) privlači elektrone negativnog naboja, stoga se oni kreću od negativne (katode) k pozitivnoj pločici (anodi) i to okomito na katodu

Elementi. Englez *Robert Boyle* (Bojl) objavio je 1661. djelo u kojemu je napao alkemičare što uludo traže način kako bi od jeftinijih kovina željeza i olova izradili zlato. On je tvrdio da zlato može sastaviti samo priroda jer je ono element (lat. elementum = počelo), temeljna tvar koja se ne može sastaviti od drugih tvari. I neke su druge tvari elementi, npr. srebro, bakar, živa i dr. Kao što se kuća može rastaviti na crepove, grede, daske, cigle itd. tako se i mnoge složene tvari, npr. sol, staklo i dr., mogu rastaviti na dva ili više elemenata. Boyle je tako probudio misao o kemijskoj analizi.

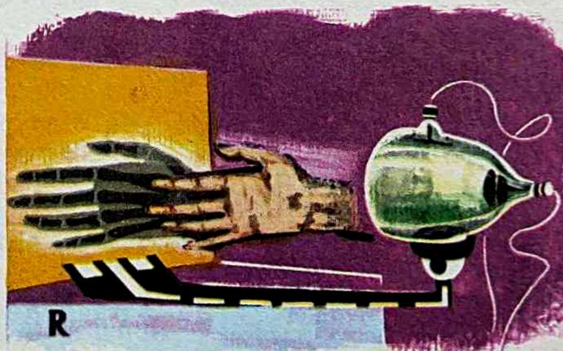
Poslije više od stotinu godina kemijsku je analizu prihvatio Francuz *Antoine Lavoisier* (Antoan Lavoazijé) i 1772. ustvrdio da su u prirodi nastale različite tvari spajanjem elemenata kao što ih i on spaja u svojim posudama. Lavoisier je sastavio i prvi popis koji je sadržavao 28 različnih elemenata; sada ih poznajemo više od stotinu.

Engleski kemičar *John Dalton* (Džon Doltn) uveo je 1808. atomsku teoriju i u kemiju. On je tumačio kako su elementi sastavljeni od atoma, i kako svaki element ima svoje posebne atome. Postoje, dakle, atomi vodika, kisika, željeza i svih ostalih elemenata. Svi su atomi jednog elementa međusobno jednaki, ali se razlikuju od atoma drugog elementa. Dalton je razjasnio i na koji se način neki elementi u određenim odnosima mogu miješati s drugim elementima.

Elektron. Čovjek je iskoristio paru da mu okreće parne strojeve i generatore te da stvara električnu energiju, a da još nije ni znao što je elektricitet. Fizičari su, doduše, pomišljali da bi i elektricitet mogao biti sastavljen od atoma. Oko godine 1870. oni su vjerovali da je elektricitet sastavljen od sitnih čestica, atoma negativnog električnog naboja, i kad se mnogo takvih naboja naslaže na nekom tijelu, za nj se kaže da je električno. Irski fizičar *George Stoney* (Stouni) dao je 1874. električnom atomu ime elektron. Tako su atom i elektron dobili ime prije nego što su otkriveni.

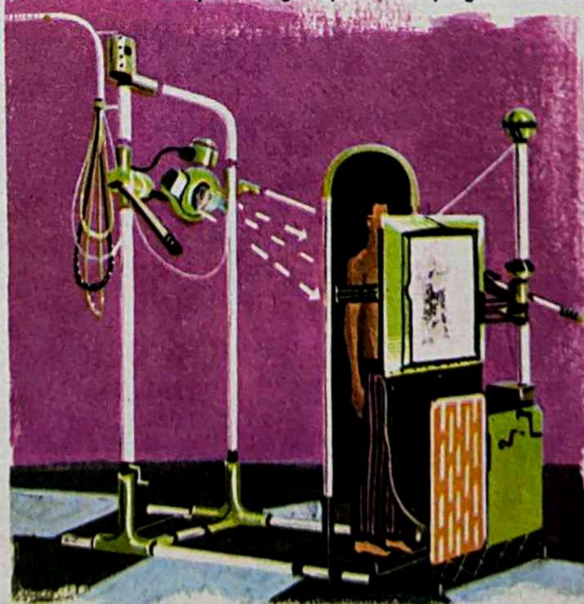
Elektron su otkrili u Njemačkoj *Johann Hittorf*, a u Engleskoj *William Crookes* (Vilijem Kruks). Oni su 1886. istraživanjem zraka, koje su izlazile iz negativne elektrode u staklenoj zrakopraznoj cijevi za eksperimentiranje, ustanovili da to nisu zrake neke svjetlosti nego strujanje sitnih čestica koje izlaze iz negativne elektrode. Crookes je te zrake čestica negativnog naboja nazvao *zračena tvar*, ali fizičari su ih uskoro nazvali elektroni, tj. imenom koje im je već dao Stoney. Nakon toga, ispitivanjem elektrona je utvrđeno da im je težina 2000 puta manja od težine vodikova atoma. Eksperimetirajući s Crookesovom cijevi Nijemac *Wilhelm Konrad Röntgen* (Rentgen) otkrio je 1895. prodorne zrake koje je nazvao X-zrakama jer im nije znao prirodu. To su rendgenske zrake koje upotrebljavaju liječnici za pregled i liječenje bolesnika.

Radioaktivnost. Poslije godinu dana, ispitujući X-zrake, Francuz *Henri Becquerel* (Anri Bekerel) ustanovio je da uran daje neku drugu vrst *zračenja* (radijacije) koja ostavlja trag i na fotografskoj ploči umotanoj u zaštitni omot. Otkrio je da je uran *radioaktivan* (sposoban za zračenje), ali nitko nije znao protumačiti tu pojavu. Stoga su joj otad mnogi tražili uzroke.



Wilhelm Röntgen je otkrio da zrake iz Crookesove cijevi prodiru kroz čovječje tijelo. Na zaslonu je ugledao kosti svoje ruke kao sjene

Dolje: rendgen-aparat za pregled bolesnika



Francuz *Pierre Curie* (Kiri) i njegova žena *Marija Curie-Sklodowska*, istražujući uzroke tih zračenja, otkrili su novi radioaktivni element, koji je Marija Curie, podrijetlom Poljakinja, nazvala *polonij*. Daljnjim istraživanjem ona je otkrila i drugi radioaktivni element, *radij*. Fizičari i kemičari dali su se tada na istraživanje urana, polonija i radija.

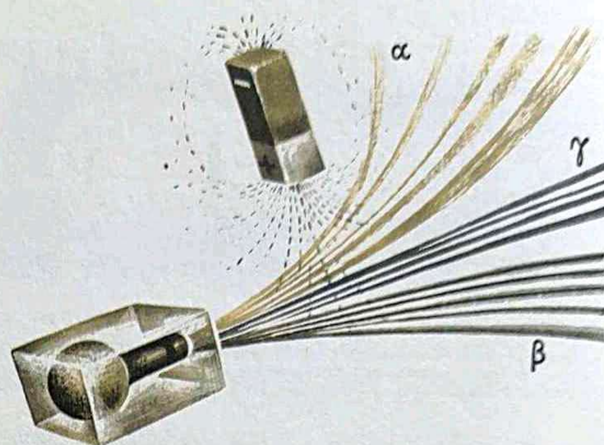
Istraživanjem radija bavili su se u Engleskoj fizičar *Ernest Rutheford* (Ratford) i njegov suradnik kemičar *Frederick Soddy* (Sadi), a da nisu ni slutili dokle će ih ono dovesti. Oni su uskoro razjasnili *radioaktivnost*, a godine 1911. otkrili su i atom.

Zrake što ih zrači radij šire se na sve strane kao iz malog sunca. Da bi se one ispitale, trebalo je dobiti ravan snop. Stoga su istraživači smjestili radij u olovnu kutiju, jer olovo upija radijeve zrake, a na jednoj strani kutije probušili su rupicu kroz koju zrake iz unutrašnjosti mogu izlaziti u uskom i ravnom snopu. Zbog ispitivanja postavljen je blizu rupice elektromagnet, tako da zrake moraju prolaziti kroz njegovo magnetsko polje. Pošto je kroz elektromagnet puštena električna struja, zrake su se proširile. To je bio dokaz da su one sastavljene od čestica s električnim nabojem.

Jedne su zrake skrenule u stranu. Njih su nazvali po prvom slovu grčkog alfabeta *alfa-zrakama*. Druge su skrenule na suprotnu stranu, a nazvane su po drugom grčkom slovu *beta-zrake*. One prenose čestice negativnog električnog naboja, tj. elektrone. Beta-elektroni su mnogo brži od elektrona X-zraka u Crookesovoj cijevi. Radij izbacuje beta-elektrone brzinom svjetlosti.

U to doba nitko nije znao razjasniti što su alfa-zrake. Skretanje na suprotnu stranu od beta-zraka znak je da prenose pozitivne čestice. Napokon je razjašnjena i ta čestica. Alfa-čestica je teška kao četiri vodikova atoma. Ona doista ima pozitivan naboj u jakosti od dvije jedinice. Jedinicom se smatra naboj jednog elektrona. To znači da joj se djelovanje može poništiti sa dva elektrona.

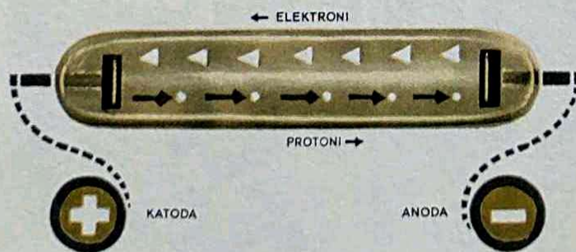
Treće, *gama-zrake*, nazvane po trećem slovu iz grčkog alfabeta, bile su već otkrivene u zračenju radija. Njih elektromagnet ne otklanja, kao što ne otklanja zrake svjetlosti ni X-zrake. One su doista veoma prodorna i jaka vrst X-zraka (rendgenskih zraka) koje su veoma opasne za čovjeka.

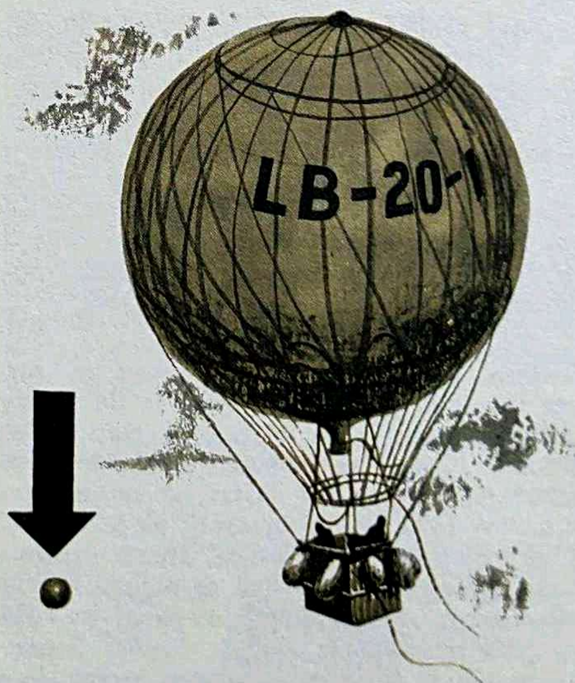


Otklon radioaktivnih zraka u magnetskom polju. Alfa-čestice negativnog električnog naboja otklanjaju se prema pozitivnom polu magneta. Beta čestice otklanjaju se na suprotnu stranu. Gama-zrake magnetsko polje ne otklanja. One su vrlo prodorne i opasne

Jezgra (nukleus). Rutheford je propuštanjem usmjerenih zraka (čestica) radija kroz tanak zlatni listić opazio da se alfa-čestice radija dosta često i nepravilno odbijaju od čestica u zlatnom listiću. U daljnjem je istraživanju upotrijebio alfa-čestice kao granate za bombardiranje zlatnog listića i ustanovio da se te zrake odbijaju od jezgre (lat. nucleus, č. nukleus = jezgra) atoma zlata u listiću. Rutheford je zatim izračunao da je jezgra svakog atoma 10 000 do 50 000 puta manja od cijelog atoma.

Atom je prema tome šuplja i gotovo prazna ljuska jer je čitava težina atoma usredotočena u sićušnoj jezgri koja je nabijena pozitivnim elektricitetom.





Atomska jezgra je do 50 000 puta manja od cijelog atoma. Ako se atomska jezgra poveća na veličinu dječje staklene kuglice, čitav je atom u tom mjerilu velik kao balon s promjerom od oko 100 m

Lijevo: u Crookesovoj cijevi protoni se gibaju od anode prema katodi, tj. obratnim smjerom od gibanja elektrona u istoj cijevi

Proton. Još 1886, dakle u doba kada su otkriveni elektroni, opažene su u Crookesovoj cijevi, ispunjenoj vodikom, i čestice pozitivna električnog naboja. One su se u cijevi kretale u obratnom smjeru nego elektroni. Međutim, tek tada je, poslije Ruthfordovih otkrića, ustanovljeno da su te pozitivno nabijene čestice atomske jezgre vodika.

Kako je atomska čestica vodika nabijena jedinicom pozitivnog električnog naboja, a uz to ima i atomsku težinu jednaku jedinici, fizičari su je nazvali *primarna čestica* ili, kraće, proton (od grč. protos = prvi).

Građa atoma. Fizičarima je mnogo godina zadavala brige sićušnost atoma. Međutim, nakon otkrića još sitnije jezgre koja je do 50 000 puta manja od cijelog atoma, iskrslo je obratno pitanje. Ako je jezgra tako sitna, zašto je atom tako velik. Ako se jezgra poveća na veličinu dječje staklene kuglice (špekule), čitav se atom može prikazati golemim balonom s promjerom od 100 m. Iako je atomska jezgra otkrivena, građa je atoma ostala još uvijek obavijena tajnom.

Ako je proton jezgra vodikova atoma, najjednostavnijeg atoma u prirodi, on je svakako jedan dio atomske građevine. Drugi dio mora biti elektron, jer samo on može poništiti protonov električni naboj a da ne poveća težinu atoma. Prema tome, jedan proton i jedan elektron sačinjavaju neutralni atom vodika.

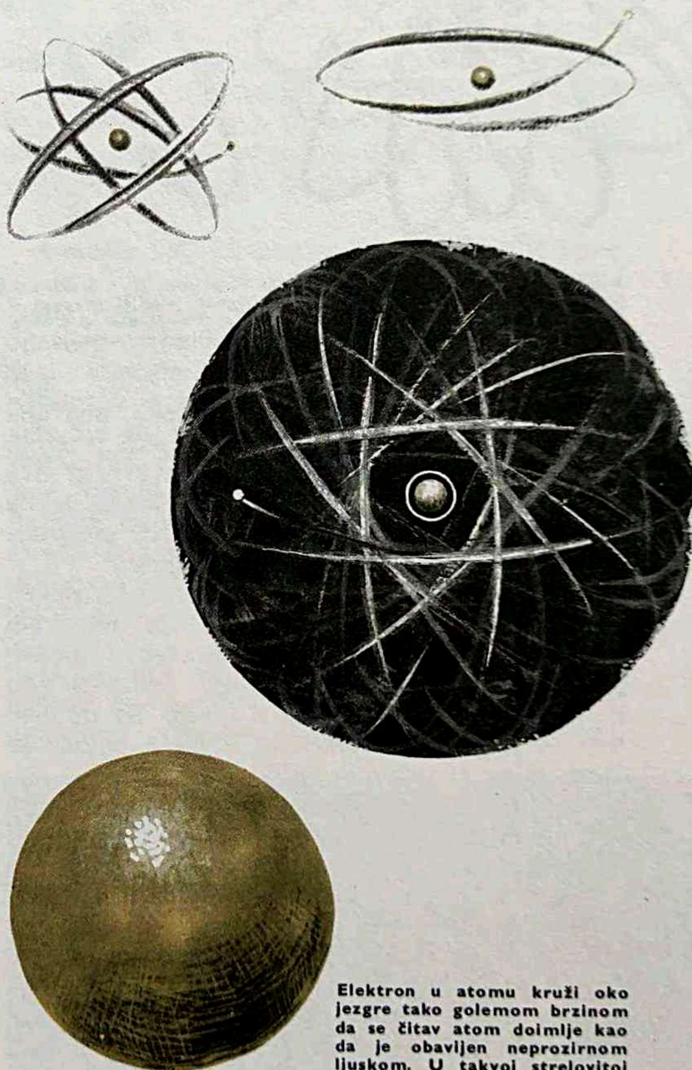
Pošto smo proton povećali na veličinu špekule i atom na veličinu balona s promjerom od 100 m, moramo i električni naboj pojačati u istom omjeru. Razmak je između protona i elektrona (u ovoj usporedbi polumjer balona) 50 m. Kako proton ima pozitivan a elektron negativan električni naboj, oni se međusobno privlače golemom snagom od oko 400 milijuna tona. Međutim, sada se opet nameće pitanje što rastavlja elektron od protona da ne padnu jedan na drugi. Ni najtvrđi čelik ne bi mogao spriječiti silu od 400 milijuna tona, koja djeluje na kružnoj površini promjera špekule, da se spoji elektron s protonom.

Kruženje elektrona. Na to je pitanje odgovorio Danac *Niels Bohr* (Nils Bor) 1913. On je usporedio atom sa Sunčevim sustavom. Sunce i Zemlja se privlače, ali ih drži rastavljene centrifugalna sila koja je nastala od Zemljine vrtnje oko Sunca.

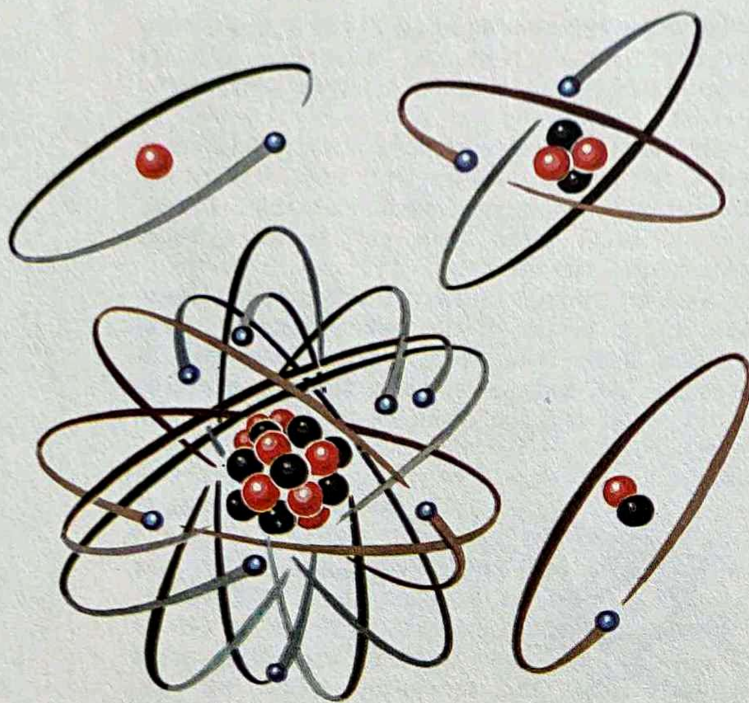
Tako i elektron kruži oko protona, a na stalnoj daljini drži ga centrifugalna sila koja je posljedica njegove vrtnje oko jezgre. Ako se atom promatra u svojoj prirodnoj veličini, mora se u tom mjerilu smanjiti i privlačna sila između protona i elektrona. Prema tome, ona zapravo nema jakost od 400 milijuna tona, ali je ipak tako velika da se elektron mora vrtjeti oko protona strelovitom brzinom da bi održao ravnotežu. Bohr je izračunao da elektron kruži oko protona 7 milijuna bilijuna puta u jednoj sekundi.

Ljuska. U takvoj strelovitoj brzini elektron je tako reći svagdje oko jezgre u svakom trenutku i tvori oko nje gustu ljusku, kao što avionska elisa u brzoj vrtnji tvori gust prividan kotur oko svoje osovine.

Ako se nekom vanjskom česticom gađa atomska jezgra, čestica može ipak proći kroz elektronsku ljusku kao što i zrno iz avionskog mitraljeza, što gađa kroz elisu, može proći kroz kotur, a da ipak ne ošteti elisno krilo. Ali ako vanjska čestica pogodi elektron, on će odletjeti u stranu kao što bi odletjela celuloidna loptica ping-ponga kad bismo je pogodili granatom iz topa. Dva se atoma vodika jedan uz drugi ne dodiruju nikad jezgrama, nego ljuskama koje su nastale od strelovitog kruženja elektrona.



Elektron u atomu kruži oko jezgre tako golemom brzinom da se čitav atom doimlje kao da je obavijen neprozirnom ljuskom. U takvoj strelovitoj brzini elektron je u svakom trenutku, tako reći, svagdje na ljusci koja omata tu jezgru



Građa atoma nekih elemenata: vodik (1 proton + 1 elektron); deuterij (1 proton, 1 neutron + 1 elektron); helij (2 protona, 2 neutrona + 2 elektrona); kisik (8 protona, 8 neutrona + 8 elektrona). Protoni i neutroni su u jezgri, a elektroni u ljuskama

Ako se u jezgri nalaze dva protona, ona ima dva pozitivna električna naboja. Kako je atom obično neutralan, u ljuski moraju kružiti dva elektrona negativna naboja. Atom *helija*, lakog plina kojim se pune baloni, ima dva pozitivna protona u jezgri i dva elektrona u ljusci.

Kad bismo htjeli sagraditi atome drugih elemenata, morali bismo dodavati sve više pozitivnih protona jezgri, ali, da bismo neutralizirali njihove pozitivne naboje, morali bismo dodavati isto toliko negativnih elektrona u ljuske. Sa tri protona u jezgri i tri elektrona u ljusci dobiva se atom *litija*, kovine što naliči natriju.

Takvom građom atoma došli bismo i do *uranova* atoma koji je sastavljen od 92 protona i 92 elektrona.

Neutron. Pošto je otkrivena građa atoma, fizičari su se posvetili proučavanju sićušne jezgre. Tako se rodila nova grana nauke, *nuklearna fizika*. U početku su bombardirali jezgre alfa-česticama radioaktivnih elemenata. Pri jednom bombardiranju lakog metala berilija u Njemačkoj otkrivena je pojava koju fizičari nisu mogli razjasniti. Tek 1932. Englez *James Chadwick* (Džems Čedvik) razjasnio je što se dogodilo. Čestica iz radioaktivnog elementa od 2 električna naboja pogodila je berilijevu jezgru od 4 naboja. Čestica je jezgra ugljikova atoma. Ali nova ugljikova jezgra odbacila je jednu česticu koja je iz nje odletjela velikom brzinom. Međutim, ta čestica nije imala nikakva električnog naboja; bila je neutralna; stoga je i nazvana neutron. Budući da neutron nema električnog naboja koji bi odavao njegovu prisutnost, on je otkriven tek poslije dvadeset godina nuklearnog istraživanja.

Neutron je jednako težak kao proton, a i atomska mu je težina jednaka jedinici. Naliči, dakle, protonu, samo što nema električnog naboja.

Građa jezgre. Uskoro se zatim ustanovilo da je neutron važan dio atomske jezgre koja je sastavljena od protona i neutrona. Neutroni kao neko vezivo povezuju masu usredotočenu u jezgri.

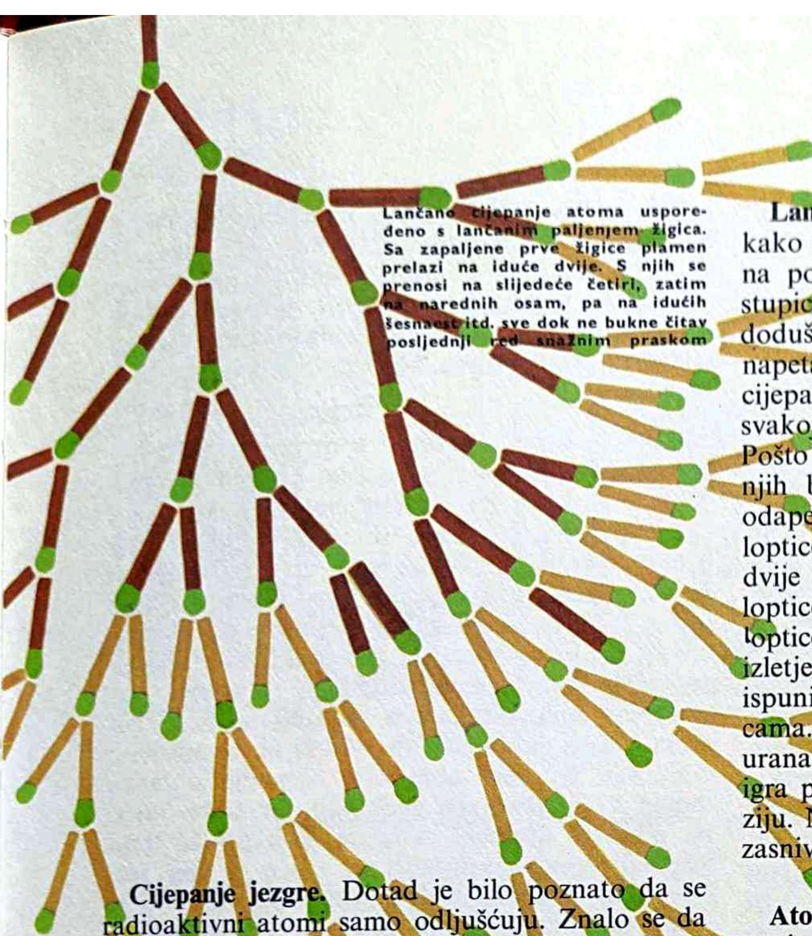
Jedina nesložena jezgra u prirodi jest sam proton. Osamljen, on je jezgra vodikova atoma. Svi ostali atomi imaju u jezgri protone i neutrone.

Atomu se mijenjaju kemijska svojstva ako mu se mijenja broj elektrona u ljusci. Kemijska svojstva mu se ne mijenjaju ako se njegovoj jezgri doda jedan neutron ili više njih. Dodavanjem neutrona ne mijenja se ni električni naboj jezgre, nego samo njezina atomska težina. Elementi, koji se međusobno razlikuju samo brojem neutrona, nazivaju se zajedničkim imenom *izotopi*, po grčkoj riječi *izotopos*, što znači na istom mjestu. Taj je naziv uzet zato jer se takvi elementi u periodičnoj tablici kemijskih elemenata nalaze na istom mjestu. Tako npr. vodik ima dva izotopa:

Vodik:	1 proton	i 1 elektron
Deuterij:	1 proton + 1 neutron	i 1 elektron
Tritij:	1 proton + 2 neutrona	i 1 elektron

Bombardiranje atoma. Pošto je otkriven neutron, pokazalo se da je on mnogo pogodniji za bombardiranje atoma nego alfa-čestica pozitivnog naboja iz radijeva zračenja. Neutron nema električnog naboja, stoga na nj ne djeluje negativan naboj elektrona u ljusci, a što je mnogo važnije, njega ni pozitivni naboj jezgre ne koči i ne odbija. Npr., ako atom urana bombardiramo pozitivno nabijenim protonom ili alfa-česticom, takva se granata mora izbaciti veoma velikom brzinom da bi mogla svladati odbojnu snagu jezgre u kojoj zajednički djeluju 92 pozitivno nabijena protona. Neutralni neutron mnogo lakše prodire u atomsku ljusku pa, ako pogodi i jezgru najvećeg napona, ona će ga progutati kao što velika kaplja žive proguta malu kaplju.

Prvi je napao jezgru neutronom Talijan *Enrico Fermi* (Enriko Fermi). Godine 1938. *Otto Hahn* (Oto Han) i *Fritz Strassmann* (Fric Štrasman) razbili su atom urana u dva dijela. Međutim, oni nisu shvatili što su uradili i u dva su izvještaja objavili krive zaključke. Poslije su *Otto Frisch* (Oto Friš) i *Lise Meitner* (Lize Majtner) razjasnili tu pojavu i objavili senzaciju: uspjelo je rascijepiti atomsku jezgru!



Lančano cijepanje atoma uspoređeno s lančanim paljenjem žigica. Sa zapaljene prve žigice plamen prelazi na iduće dvije. S njih se prenosi na slijedeće četiri, zatim na narednih osam, pa na idućih šesnaest itd. sve dok ne bukne čitav posljednji red snažnim praskom

Cijepanje jezgre. Dotad je bilo poznato da se radioaktivni atomi samo odljušćuju. Znalo se da se oni raspadaju i da pri tom odbacuju samo sitne čestice koje nisu veće od jedne alfa-čestice, tj. od jezgre od 2 protona i 2 neutrona. To su najveći odvojeni dijelovi.

Cijepanje atomske jezgre (nuklearna fisija) posve je različita pojava od zračenja. Pošto proguta neutron kojim je bombardirana, uranova se jezgra odmah raspada na dva dijela. Za neizmjerno kratka vremena dva su dijela jezgre razdvojena jedan od drugoga, ali zbog toga što su oba sastavljena od mnogo protona, oni se odbijaju i odlijeću užasnom brzinom, a ona rađa vrlo visoku toplinu zbog cijepanja atoma.

Uranova se jezgra rijetko raspada na dva jednaka dijela, kao što se ni staklena špekula kad udari o zid ne raspolovi. Dijelovi jezgre postaju nove različne jezgre. Atom urana od 92 protona može se razdvojiti tako da u jednom dijelu ostane 56, a u drugom 36 protona. Tako nastaju dvije nove jezgre s odnosnim brojem električnih naboja. Jezgra od 56 protona jest element *barij*, a ona sa 36 protona element *kripton*.

Kad se jezgra razdvoji, bukne i veoma snažan bljesak opasnih gama-zraka. Ali, kao što se iz staklene špekule kad se razbije razlete sitni otpaci stakla, tako i iz razbijene uranove jezgre izlete posebni neutroni. Istraživači su baš njima posvetili najveću pažnju jer su oni mogli ispuniti veliku nadu: lančano cijepanje atoma. Tako je osvanulo novo atomsko doba.

Lančano cijepanje atoma. Radi boljeg shvaćanja kako se cijepaju atomi u lancu, zamislimo da se na podu u sobi nalazi nekoliko stotina napetih stupica na pero. Stupice i atom urana nemaju, doduše, sličnosti, ali im je ipak nešto zajedničko: napeta energija. Da bismo igru učinili sličnijom cijepanju uranove jezgre, zamislimo da se na svakoj stupici nalaze po dvije ping-pong loptice. Pošto su sve stupice napete, treba na jednu od njih baciti izvana samo jednu lopticu. Ona će odapeti prvu stupicu, koja će izbaciti dvije loptice. Ove dvije loptice udarit će u susjedne dvije stupice, i svaka će izbaciti opet po dvije loptice, pa su to ukupno četiri loptice. Ove 4 loptice udarit će u 4 nove stupice, a iz njih će izletjeti ukupno 8 loptica itd. Soba će se uskoro ispuniti pucketanjem stupica i skakutavim lopticama. Ako se umjesto stupica radi o atomima urana, a umjesto loptica o neutronima, nedužna igra pretvorit će se u strahovitu atomsku eksploziju. Na takvu principu lančanog cijepanja atoma zasniva se i atomska bomba.

Atomska peć. Eksplozija atomske bombe opasna je za čovječanstvo zbog razornog djelovanja udara, temperature od više milijuna stupanja i opasnog zračenja gama-zraka, koje duboko prodiru u atmosferu i u sva tijela. Osim toga, atomska eksplozija je i uzaludno rasipanje goleme energije. Sve što se raspe u dijelu sekunde, moglo bi služiti više mjeseci i godina za dobro čovječanstva. Da bi se atomska energija korisno upotrijebila, trebalo je samo veoma usporiti cijepanje atoma u lancu. Atomskim fizičarima je i to uspjelo, i oni su za tu svrhu izradili atomsku peć koja se naziva i *atomski reaktor* ili *atomska baterija.*

Danas ima već više vrsti atomskih peći koje djeluju na različne načine, ali najglavniji dio, *kontrolnik cijepanja atoma*, u svima je jednak.



Lančano cijepanje atoma urana 235 (92 protona i 143 neutrona). Pri udaru jednog elektrona o uranovu jezgru, uran se cijepa na barij 142 (56 protona i 86 neutrona) i na kripton 91 (36 protona i 55 neutrona). Osim toga, iz uranove ljuske izlete i tri elektrona. Ti elektroni udarom u jezgre drugih atoma urana uzrokuju dalje cijepanje urana opet na barij, kripton i tri elektrona. Ovi elektroni udarom u jezgre trećih atoma urana izazivaju iduće cijepanje urana itd. dok ne bukne eksplozija svih uranovih jezgri

Princip kontrole cijepanja atoma najbolje ćemo shvatiti ako opet pomislimo na sobu punu stupica. Odapinjanje stupica može se usporiti ako se uz njih postavi netko tko će hvatati loptice u zraku. Uhvaćene loptice ispadaju iz igre, pa će proći mnogo više vremena dok se sve stupice odapnu. Igra će se usporiti. Ako u jednom trenutku uđe u igru toliko lovaca da mogu pohvatati sve loptice u zraku, igra će se prekinuti.

Srećom, u prirodi ima lovaca koji hvataju neutrone i usporivača koji usporuju gibanje neutrona. Najbolji su hvatači *kadmij* i *bor*, a usporivači *grafit* i *teška voda*. Kadmij upija neutrone kao što spužva upija vodu. Stoga se za kontrolu, tj. za reguliranje bržeg ili sporijeg cijepanja i za potpuno zaustavljanje atomske reakcije u peći, upotrebljavaju kadmijske šipke.

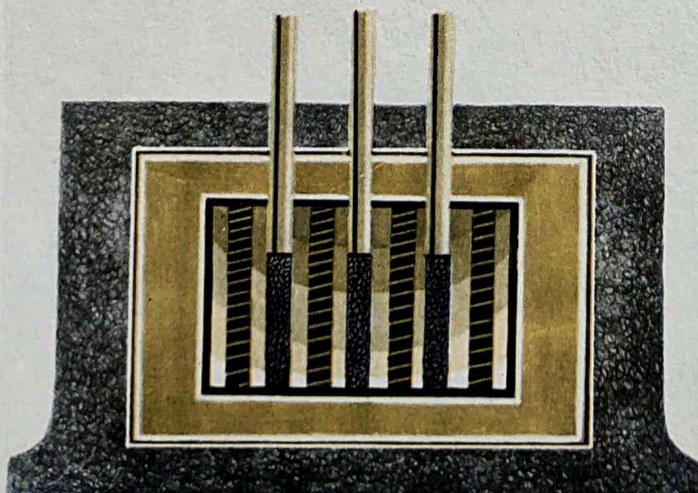
U atomskoj peći gorivo je uran. Na Zemlji ima *uranove rude* po prilici u jednakim količinama kao i rude bakra. Nakon kemijske preradbe iz uranove rude dobivaju se dvije vrsti urana.

U jednoj vrsti urana atom ima 92 protona oko kojih kruže 92 elektrona. Ali u njemu, kao ni u drugim teškim elementima, nema u jezgri jednak broj neutrona i protona, nego na 92 protona dolazi 146 neutrona. Zbog takva sastava jezgre (92 + 146) on se zove *uran* 238.

Druga vrst urana ima, kao i prva, 92 protona i 92 elektrona, ali samo 143 neutrona, stoga se zbog drukčijeg sastava jezgre (92 + 143) naziva uran 235.

Kemijskom preradbom dobiva se iz 1200 t uranova smolinca samo 1 t urana, i to 933 kg (93%) *urana* 238 i samo 70 kg (7%) *urana* 235. Za cijepanje jezgri pogodan je samo uran 235, stoga se on upotrebljava kao gorivo u atomskim pećima. Uran 238 također je u peći, ali njegova je uloga da upija neutrone. On se pri tom pretvara u *plutonij*, a i njegova se jezgra može cijepati.

U zemaljskoj atmosferi ima uvijek slobodnih neutrona koji dolaze u atomsku peć od kozmičke radijacije iz svemira i od zračenja radioaktivnih masa u zemaljskoj kori. Ti neutroni služe za početak lančane reakcije, kao prva ping-pong loptica koja se baci na prvu stupicu u opisanoj igri. Pod djelovanjem tih neutrona cijepa se jezgra urana 235 i pobuđuje se lančana reakcija.



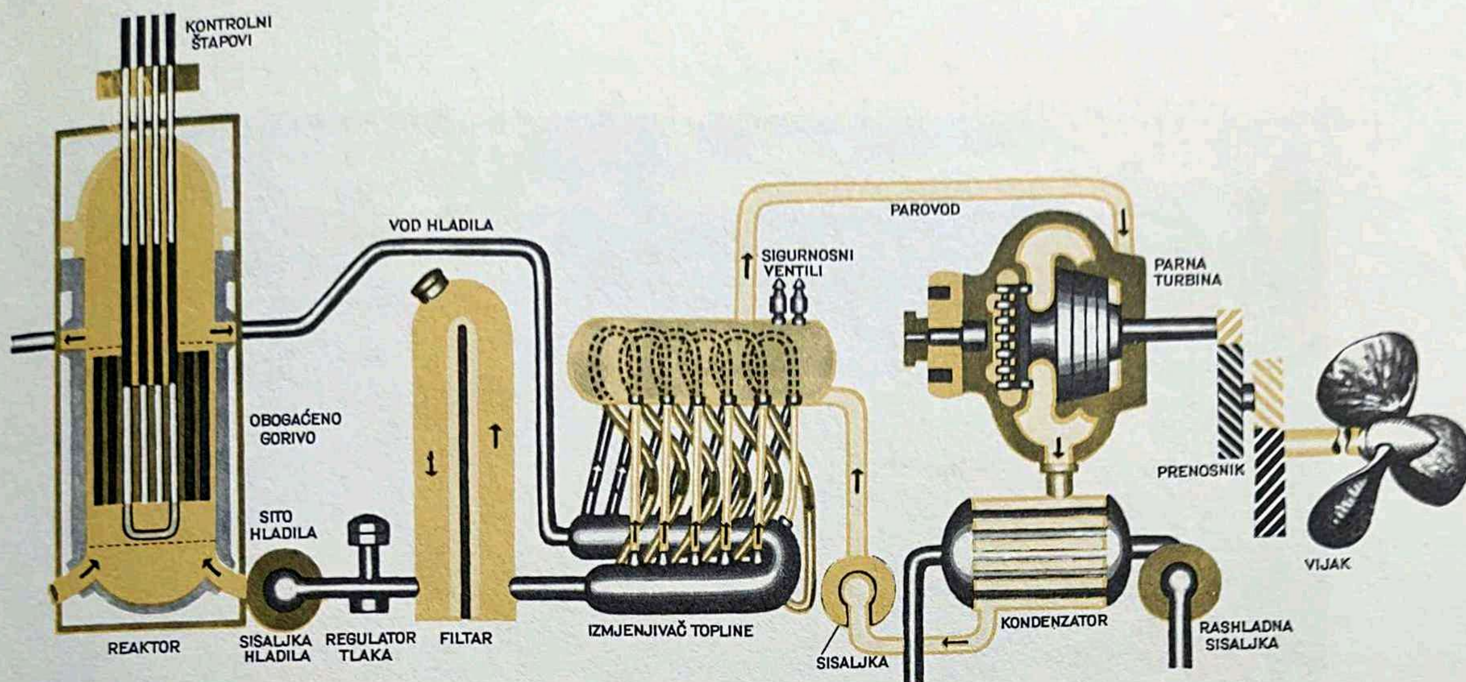
Presjek atomske peći: betonski oklop, unutrašnje okućje, grafitno okućje, čahure, gorivo, kadmijske kontrolne šipke i šupljine za njih

Uran je u peći zatvoren u nepropusnim čahurama od aluminija i magnezija. Čahure su ugrađene u blokove od grafita. Neutroni što ih pri cijepanju izbacuju jezgre urana 235 odlijeću prevelikom brzinom. Stoga oni u atomskoj peći moraju prolaziti kroz aluminijsku čahuru i kroz grafit, gdje im se smanjuje brzina. Kad se neutroni ne bi usporavali, pogađali bi susjedne jezgre odviše velikom brzinom i, umjesto da prodru u njih, odbijali bi se a da ne bi razbili atom. Zbog nestanka tih odraženih neutrona i onih što ih upija uran 238, cijepanje u lancu moglo bi se iznenada prekinuti, jer treba imati na umu da izbačeni neutroni iz jezgri ne traju više od desetine sekunde, pa samo u tom vremenskom razmaku mogu probiti jezgre. I to je jedan od razloga da se u atomsku peć moraju ugraditi usporivači. Samo usporeni neutroni mogu prodrijeti u susjedne čahure s uranom i održavati neprekidno lančano cijepanje jezgri.

Budući da se pri lančanom cijepanju neutroni kreću golemom brzinom, peć mora biti opremljena snažnim i brzim kontrolnim uređajima kako bi se mogla na vrijeme zaustaviti lančana reakcija, koja bi inače završila *buktanjem peći* i napokon eksplozijom.

Za reguliranje lančanog cijepanja jezgri upotrebljavaju se šipke od kadmija ili bora koje upijaju neutrone. Dubljim ili plićim uronjivanjem kadmijskih šipaka u peć između uranskih blokova može se ubrzavati ili kočiti brzina cijepanja. Kadmijske šipke spuštaju se ili podižu posebnim spravama i motorima izvan betonskog zaštitnog zida koji štiti ljude od topline i opasnih gama-zraka. Svaka nuklearna peć ima i automatski sigurnosni uređaj. Ako se iz bilo kojeg razloga iznenada pojavi opasno zračenje, kadmijske šipke su opremljene uređajem koji automatski uključuje i upućuje spravu, koja te šipke spušta do dna atomske peći, i opasno se cijepanje zaustavlja.

U atomskoj peći rađaju se dva oblika energije: zračenje i toplina. Zračenje gama-zraka koje nastaje pri cijepanju jezgre manji je dio, opasan i neiskoristiv. Veći je dio energije toplina koja se oslobađa pri izvanredno brzom kretanju rasprsnutih dijelova jezgri. Toplina je koristan dio, i ona se iskorišćuje za proizvodnju pare.



Pojednostavljena shema nuklearnog pogonskog uređaja na američkom trgovačkom brodu »Savannah«

Nuklearni pogon. Stvorenom toplinom u atomskoj peći grije se voda do vrlo visoke temperature, ali ona se ne pretvara u paru, nego se jakim sisaljkama pod visokim tlakom tjera u tzv. *izmjenjivač topline* (kotao). Ovdje vruća voda prvoga kružnog toka grije vodu drugoga kružnog toka, a tek ova se pretvara u paru i odvodi u turbine. Pošto je para okrećući turbine izvršila rad, odlazi u *kondenzator* gdje se hladi, kondenzira (zgušćuje) i pretvara u vodu. Voda se iz kondenzatora tlači natrag u izmjenjivač (kotao), gdje se u dodiru s vodom prvoga kružnog toka opet grije i naglo isparuje, i tako se to ponavlja sve dok se ne obustavi pogon. Ako se želi obustaviti pogon, onda se spuste kadmijske šipke do dna peći. One upiju sve neutrone, i u reaktoru zamre cijepanje atomskih jezgri. Turbine se zaustavljaju zatvaranjem parnih ventila.

Atomska energija moći će se u daljnjoj budućnosti upotrebljavati za pokretanje svih prevoznih sredstava, ali treba svladati još mnogo zapreka i teškoća. Najveća je teškoća u smrtonosnu zračenju gama-zraka. Zbog zaštite od takva zračenja, atomske peći moraju biti izolirane debelim oklopom koji je težak i zauzima mnogo prostora. To je razlog da se atomski pogon još ne može upotrijebiti na automobilima i avionima jer oni moraju biti laka prevozna sredstva, a u njima je i malo raspoloživa prostora. Atomski pogon pogodan je zasad samo za nuklearne elektrane i za brodove jer na brodovima ima dosta mjesta, a oni mogu ponijeti i veću težinu.

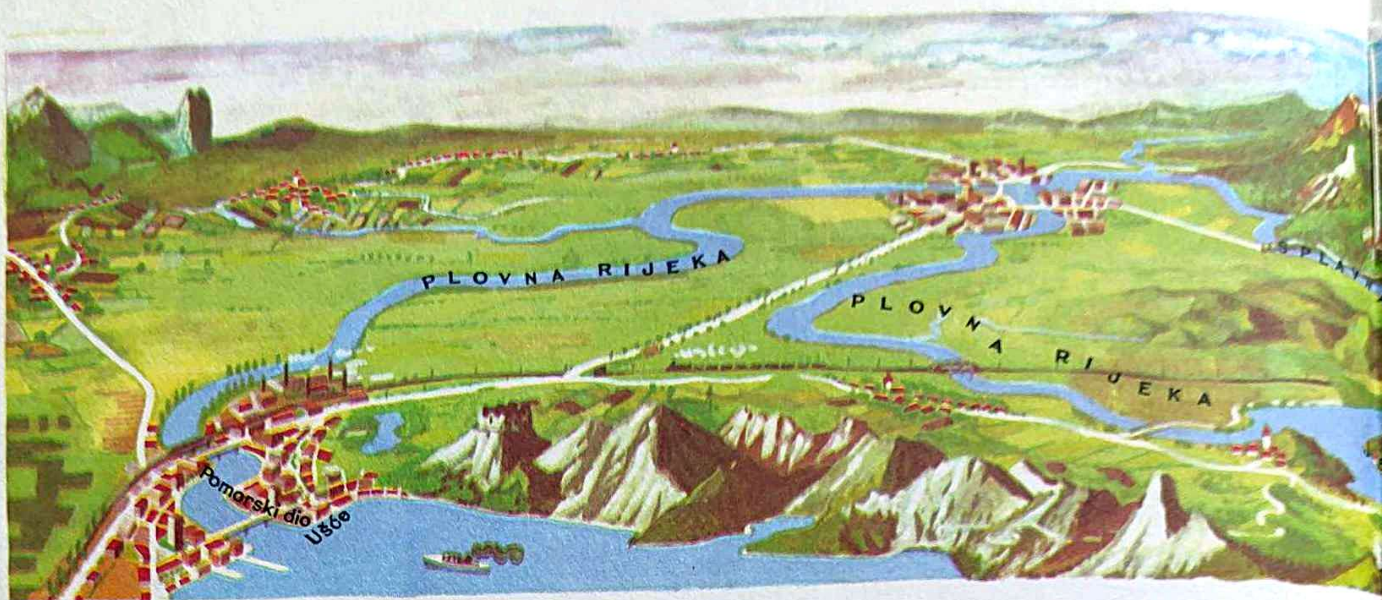
Nuklearni je pogon najpogodniji za podmornice jer ih on tjera pri nadvodnoj i podvodnoj vožnji, a uz to ne troši i ne kvari zrak. Obična podmornica mora imati dvojni pogon: za plovidbu po površini ima dizel-motore, boce sa stlačenim zrakom za upućivanje motora i velike količine plinskog ulja za pogon, a za ronjenje ima akumulatorske baterije koje su glomazne i teške, a uz to ispuštaju otrovne i praskave plinove. Osim ovih nedostataka dizel-električna podmornica mora s vremena na vrijeme ukrcavati gorivo, a to joj znatno ograničava slobodu krstarenja. Nuklearni pogon daje podmornici s neznatnom količinom goriva neograničenu *daljinu plovidbe* (*akcioni radijus*). Kad se jednom napuni reaktor, gorivo traje pune dvije godine.

Podmornici na nuklearni pogon nisu potrebni tankovi za gorivo, pa se prostor koji su prije zapremali tankovi može iskoristiti za proširenje strojarnice i smještaj reaktora.

Prvu nuklearnu podmornicu *Nautilus* počele su graditi SAD 1952. i dovršile je 1955. Ona je prvi put izmijenila gorivo 1957. pošto je preplovila 62 550 nm. Drugi put ga je izmijenila 1959. nakon 91 324 nm prevaljena puta, od toga 78 885 nm pod vodom. Nautilus je prva podmornica koja je prošla Sjeverni pol Zemlje roneći pod ledenim pokrovom Sjevernoga ledenog mora.

Američka podmornica *Skate* (Skejt) uronila je pod ledeni pokrov i izronila, probivši led debeo 3 m, tačno na Sjevernom polu.

Najmodernija američka nuklearna podmornica *Lafayette* (Lafajet) duga je 130 m, a istiskuje 7000 t. To je najveći dosad izgrađeni podvodni brod, težak kao teška krstarica. Vodom hlađeni reaktor i parne turbine tjeraju je, zaronjenu, brzinom od 25 čv, a tom brzinom, osim nekoliko putničkih brodova, ne plovi nijedan trgovački brod. Posada broji 100 ljudi. Podmornica je naoružana sa 16 upravljivih projektila tipa *Polaris* koji se mogu izbacivati i ispod vode na daljinu od 2700 km. Prema tome, Lafayette bi mogla npr. iz Male Sirte u Sredozemnom moru bombardirati sjevernu Norvešku.



Unutrašnja plovidba

Unutrašnjom plovidbom naziva se plovidba na rijekama, kanalima i jezerima. Brod unutrašnje plovidbe sliči pomorskom brodu, samo je slabije građen jer plovi mirnijom vodom i pliće gazi zbog plitkih pješčanih prudova. Prilično je velika razlika između pomorske i unutrašnje plovidbe. Da bismo je mogli shvatiti, treba upoznati osobitosti unutrašnjih vodenih putova: rijeke, kanale, jezera, brane i ustave

RIJEKE

Na svakoj rijeci razlikuju se četiri dijela riječnog toka: plavni, splavni, plovni i pomorski. Plavni dio je najbliži izvorištu, i niz taj dio rijeke plave se debla i grede da slobodno plutaju niz vodu. Splavnim dijelom spuštaju se splavi. Plovnim dijelom plove riječni brodovi, a u pomorskom dijelu osjeća se plima i oseka, i njime mogu ploviti pomorski brodovi. Velike rijeke imaju sva četiri dijela, a manje tri, dva ili samo jedan — plavni dio.

Plavljenje. Šumski radnici sijeku stabla, obaraju ih, odsijecaju im krošnje, a debla spuštaju u rijeku niz *točila*, *lazove*, *korita* ili strme obale. Mjesta gdje se *trupci* (guljevci) spuštaju u vodu zovu se *plavišta*. Guljevci se iz plavišta plave niz vodu, pa ih rijeka sama nosi.

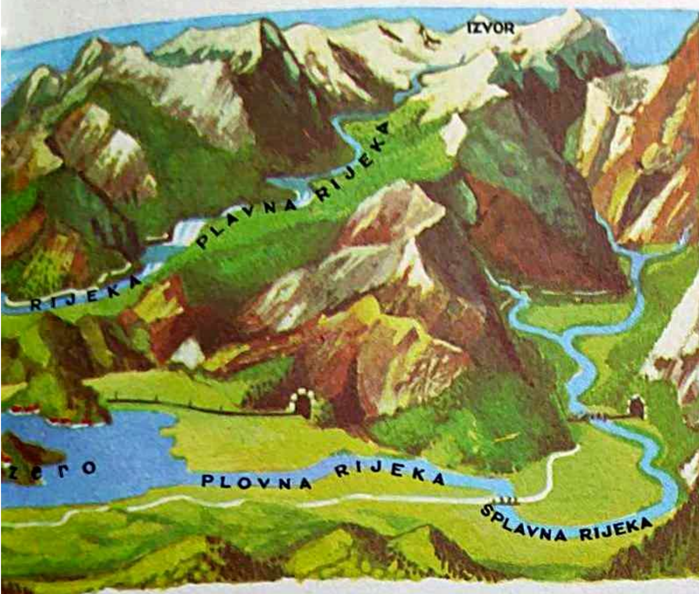
Plavni dio rijeke treba urediti za plavljenje namještanjem poprečnih *gatova* i *rubnjaka* da bi se suzio plavni put jer se time povećava dubina vode, a izbjegava se da guljevci ne zapinju za stijenje i prudove i da ne zastaju. Rijeka se ponegdje regulira već od izvorišta na mjestima gdje je korito puno kamenja i prudova.

Na velikim sibirskim rijekama u Sovjetskom Savezu plavni dio rijeke završava plutajućom branom koja se zove *zagrad*. To je niz malih splavi povezan čeličnim užetom koje je razapeto između desne i lijeve riječne obale. U sredini zagrada ostavljen je uzak prolaz. Zagrad skuplja sve guljevce i usmjeruje ih u kanal za sortiranje ili u stroj za vezivanje snopova.

Stroj za vezivanje snopova diže jedan po jedan guljevac iz vode, prebacuje ih preko velikog bubnja, skuplja ih u okrugle snopove, povezuje sa dvije debele žice i ispušta s druge strane niz vodu. Od tih se snopova sastavljaju splavi.

Ako je rijeka kratka da se ne isplati graditi splavi, plavljeni se guljevci skupljaju čeličnim užetom koje je provučeno između parova gredica tako da pluta na vodi. To su *plovni zagradi* što ih motorni brodići tegle do pilana ili do tvornica papira na kakvu mrtvom rukavu, na kanalu ili jezeru, gdje više nema riječne struje.

Splavarenje. Splavni dio rijeke širi je i dublji tako da se njime mogu spuštati niz vodu splavi koje su sastavljene od više trupaca ili greda. Prije pojave parobroda drvo se splavarilo niz splavni i plovni dio rijeke sve do ušća, najviše na Volgi i Mississippiju. Sada se splavari mnogo manje, uglavnom na rijekama koje nisu plovne.



Na mnogim velikim rijekama razlikuju se četiri dijela toka: plavni (kojim se plave grede niz vodu), splavni, plovni i pomorski dio

U Jugoslaviji se najviše splavarilo na Savi, Uni, Bosni i Drini, na dužini od 2800 km. Ako se tome doda i splavarenje na plovnim rijekama, naši su splavarski putovi dugi oko 5000 km.

Na Drini, koja protječe kroz šumovite krajeve, splavarenje je važno zanimanje stanovništva. Glavna su *splavišta* na Drini u Bastasima, Brodu, Goraždi, Besarovini i Bajinoj Bašti. Kad se guljevci doplave u splavišta, splavari ravnaju, slažu i spajaju guljevce u splav koja ne smije biti duža od 25 ni šira od 6 m. Osobito male splavi narod zove *krpe*.

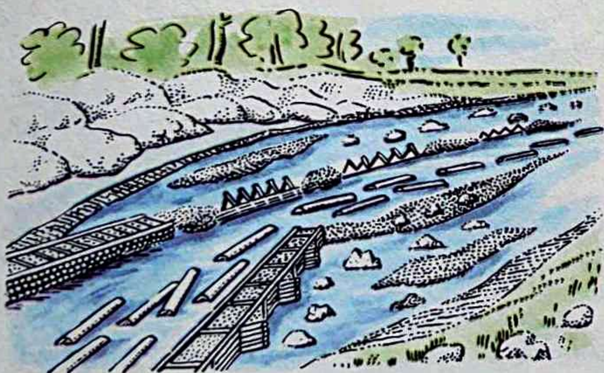
Kako je Drina vrlo ćudljiva rijeka, splavari moraju dobro poznavati njezine struje, brzice, vrtloge, bukove i druge prepreke. Na zlu glasu su *bukovi*, mjesta gdje se voda ruši preko podvodnog kamenja i buči da se od buke ništa ne čuje. Voda se tu prelijeva preko kamenih pragova, kovitla, vrtloži i pjeni.

Ponekad treba i splavni dio rijeke urediti za splavarenje kako bi se umanjile opasnosti. Na opasnim bukovima obale se pokrivaju s nekoliko redova greda kako splavi ne bi zapele o oštro i nepravilno kamenje.

Kad male drinske splavi uđu u Savu, koja je plovna i za veće brodove, povezuje se (korepe se) ponekad i do 9 krpa zajedno, pa se zatim spuštaju niz vodu, uglavnom danju, a noću *krajiče* uz obalu da ne smetaju brodovima.

Drinski splavari iskorišćuju splavi i u turističke svrhe, pa prevoze domaće i strane turiste iz Višegrada u Zvornik u primitivnim kućicama od dasaka. Na splavi je malo ognjište da se ondje može i kuhati. Ispod ognjišta splav je popločena kamenim pločama, opekom ili posuta debljim slojem šljunka.

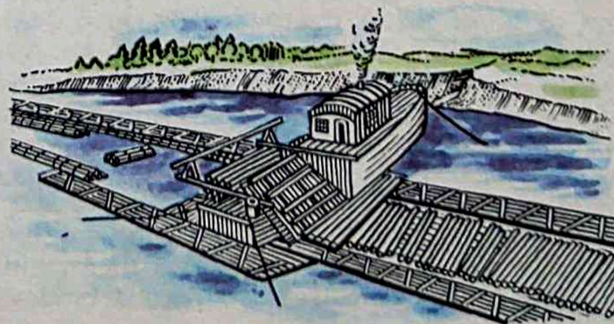
Na mjestima gdje su prilike za splavarenje povoljnije male krpe sastavljaju se u veće splavi. Na Savi se krpe povezuju kod Rugvice (nizvodno od Zagreba), a na Dravi kod Vizvara.





Uređenje plavnog dijela rijeke za plavljenje greda. Gore lijevo: uređenje bujice na kamenitu tlu gradnjom rubnjaka. Gore desno: uređenje plavnog korita u močvarnom području zabijenim stupovima i privezanim vodoravnim gredama. Dolje lijevo: skupljanje greda zagradom; nizvodno od sredine takvog zagrada postavlja se stroj za vezivanje snopova. Dolje desno: skupljene i poređane grede stroj veže u snopove.



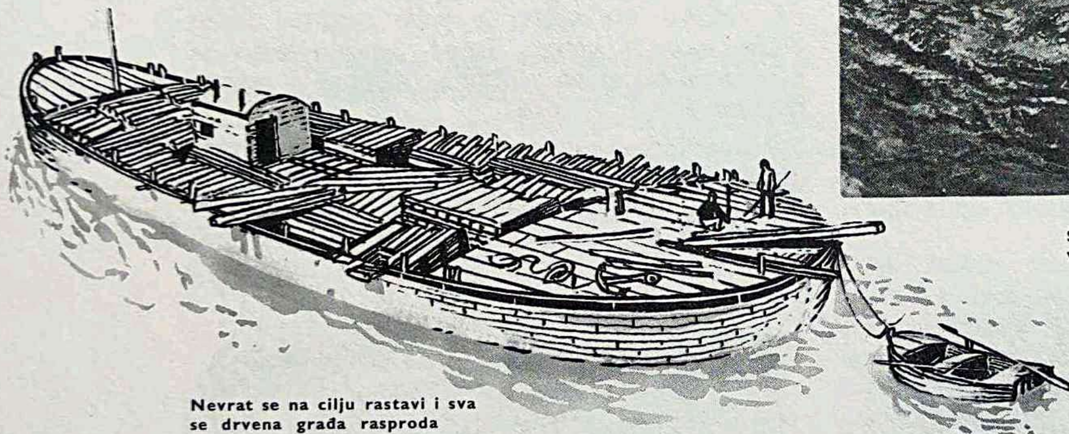


Velika splav može biti od jednog ili dva sloja ili od više slojeva i redova. Donji sloj obično je od greda oble splavarske građe koje su poređane uzdužno i međusobno povezane konopima, lancima, žicom ili željeznim *skobama*. Drugi sloj su grede ili tesane gredice, a na njega se slažu daske, letve i druga obrađena građa. Splav ima obično tri splavarska mjesta na prednjem i tri na stražnjem kraju. Na svih šest mjesta namještena su duga vesla (lente). Najstariji i najiskusniji splavar, *komoniš*, rukuje desnom prednjom lentom i daje splavi smjer. Nasuprot njemu na stražnjoj lijevoj lenti jest *ravnjač* kojemu je dužnost da splav okreće tako da stražnji dio slijedi pravilno prednji dio splavi. Najmlađi splavar je na stražnjoj lenti u sredini.

Brzina splavi zavisi od brzine riječne struje i od prilika u koritu. Od Zagreba do Beograda pod povoljnim prilikama putuje se 14 dana, a pod teškim uvjetima i do 40 dana. Prepreke su oštri zavoji, stijene, brane, ustave, pličine, *vodenice* (riječni mlinovi), uski prolazi ispod mostova itd.



Splavarenje je opasno na bukovima gdje se voda uz buku ruši preko stijena



Nevrat se na cilju rastavi i sva se drvena građa rasproda

Najveća količina splavarene drvene građe u Jugoslaviji dosegla je iz Drine 130 000 m³, iz Drave 72 000 m³, iz Bosne i Vrbasa 30 000 m³, iz Une 6000 m³, iz gornjeg toka Save 22 000 m³, a iz ostalih rijeka 5000 m³ drveta. Kad bi se ta drvena građa morala prevesti željeznicom. bilo bi potrebno oko 11 000 željezničkih vagona.

Kad se splav spušta niz plovni dio rijeke, splavarova je dužnost da ne smeta brodovima, pa se mora držati izvan plovnog puta. Mora paziti da struja ne okrene splav poprijeko. Kad se niz plovnu rijeku spušta više splavi zajedno, one se moraju kretati jedna iza druge na većim razmacima. Noću splavi moraju *krajičiti*, tj. privezati se uz obalu na mjestima gdje ne smetaju brodovima.

Posebna su vrsta splavi *nevrati*, neobični brodovi primitivna trupa s kućicom za stanovanje i krmilom. Ponekad su veći i od pravih brodova. Nevrati su privremeno sastavljeni od različne drvene građe koja se rastavi i rasproda kad stigne na cilj. Zato se i zovu nevrati jer plove samo niz vodu i više se ne vraćaju. Najpoznatiji su sovjetski nevrati *beljane* i *gusjane*.

Danas na mnogim rijekama, osobito u Sovjetskom Savezu i Kanadi, splavi tegle motorni brodovi jer je brzina rijeka malena.

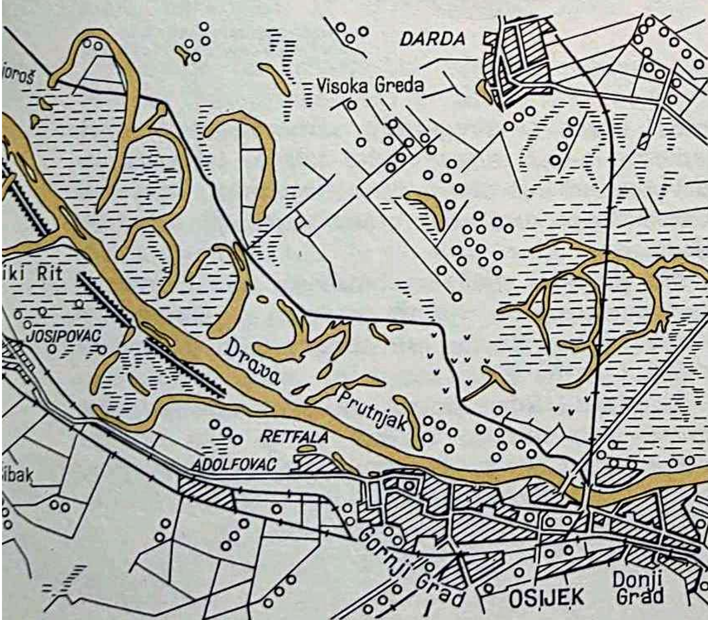
Riječna plovidba. Plovni dio rijeke počinje na onom mjestu gdje se rijeka s planinskih i brdskih krajeva spustila u ravnicu, gdje joj je pad manji, a voda mirnija i dublja. *Pad rijeke* je visinska razlika između dvije tačke na određenom razmaku. To je tzv. *apsolutni pad*; npr. između izvorišta Save i ušća (kod Beograda) apsolutni je pad 1151 m. Brodare više zanima *relativni*, odnosno *kilometarski pad*. Npr. nizvodno od Šamca relativni je pad Save 0,045‰. To znači da se Sava na tom dijelu spušta 45 milimetara na 1000 metara.

Gotovo nijedna rijeka u ravnici ne teče ravno jer tlo nije svagdje jednako, negdje je mekše, a drugdje tvrđe. Voda se ugiba tvrdom tlu, udara u meku obalu, potkopava je i stvara *zavoje*.

Rijeka nosi sa sobom i goleme količine zemlje, mulja, pijeska i šljunka. Na udubljenoj strani kopa i odnosi zemlju, a na izbočenoj strani sav nanos taloži. Zato je uvijek ubočena obala duboka i odsječena, a izbočena plitka i plosnata.

Zbog centrifugalne sile voda na svakom zavoju udara u vanjsku obalu. Stoga je voda na vanjskoj ubočenoj strani viša, a na unutrašnjoj izbočenoj strani niža. Zbog razlike u vodostaju visoka voda s izbočene strane prelazi na suprotnu stranu nizvodno od zavoja, pa će na ubočenoj strani potkopavati obalu i stvarati novo udubljenje. Zbog toga tzv. *poprečnog valjanja vode* rijeka sve više vijuga. Riječne vijuge zovu se gotovo u svim jezicima *meandri*, po rijeci *Meander* u Maloj Aziji koja je sva vijugava.

Vijugava rijeka nije pogodna za plovidbu jer produžuje plovni put koji vijuga još više nego korito rijeke jer na svakom zavoju prelazi na vanjsku izbočenu stranu rijeke. Gotovo sve rijeke u ravnicama su vijugave.



Mrtvaji oko Osijeka pokazuju stare tokove Drave

Rijeka Sava na jednom mjestu toliko vijuga da brod, koji prođe na jednom zavoju sjeverno od gaja, poslije dva kilometra puta mora opet proći pored istog gaja 200 metara južnije.

Za vrlo visokog vodostaja i poplave rijeka ponekad preplavi obalu, provali iz jednog zavoja u drugi i tako sama usiječe novo korito najkraćim putem, a u odrezanom zavoju ostaje *mrtva voda* kao neko polukružno jezero koje se zove *mrtvaj* (mrtvi rukav).

Ako pogledamo na geografskoj karti okolicu neke rijeke u ravnici, uvijek ćemo otkriti mrtvaje desno i lijevo od današnjeg korita. Granica između Jugoslavije i Mađarske na mnogim mjestima ide sredinom mrtvaja, koji su u doba kad se određivala ta granica bili živi zavoji rijeke Drave. Kako je Drava mijenjala svoje korito, najbolje se vidi po mrtvajima oko Osijeka.

Divlja rijeka nije pogodna za plovidbu jer se plovni put neprekidno mijenja, a preprečen je mnogim prudovima, otocima i plićinama. Takve rijeke nanose i velike štete poljoprivredi jer preplavljuju zemlju, odronjavaju plodnu obalu, a na oranice za poplava donose šljunak. Stoga rijeke treba urediti. Uređenje divlje rijeke zove se regulacija.

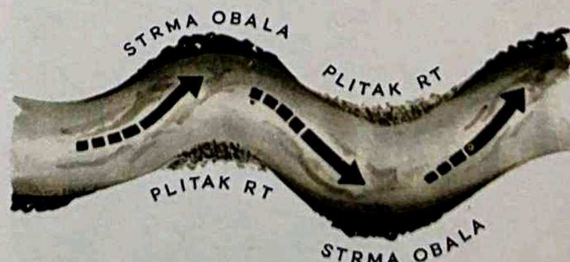
Regulacija rijeke donosi ratarstvu koristi, a plovidbi otvara pravilan *plovni put* jednolične dubine i širine. Radovi na regulaciji počinju već u izvorištu gdje se potoci i bujice ukroćuju stepenastim zidanim preprekama da se smanji snaga vode i zaustavi pijesak i šljunak.

U plovnoj rijeci izgrađuje se redovito *korito niske* (*male*) *vode*, koje je suženo s pomoću uzdužnih nasipa i poprečnih gatova, i *korito visoke* (*velike*) *vode* koje je mnogo šire da može propuštati veliku vodu i led. Uzdužni nasipi velike vode štite okolno zemljište od poplava. Poprečni *gatovi* sile malu vodu da teče vrlo uskim koritom i da sama pročišćava plovni put. Prostor između gatova i jarci između *traverzi* s vremenom se napune šljunkom i pijeskom i tako učvrste novu obalu.

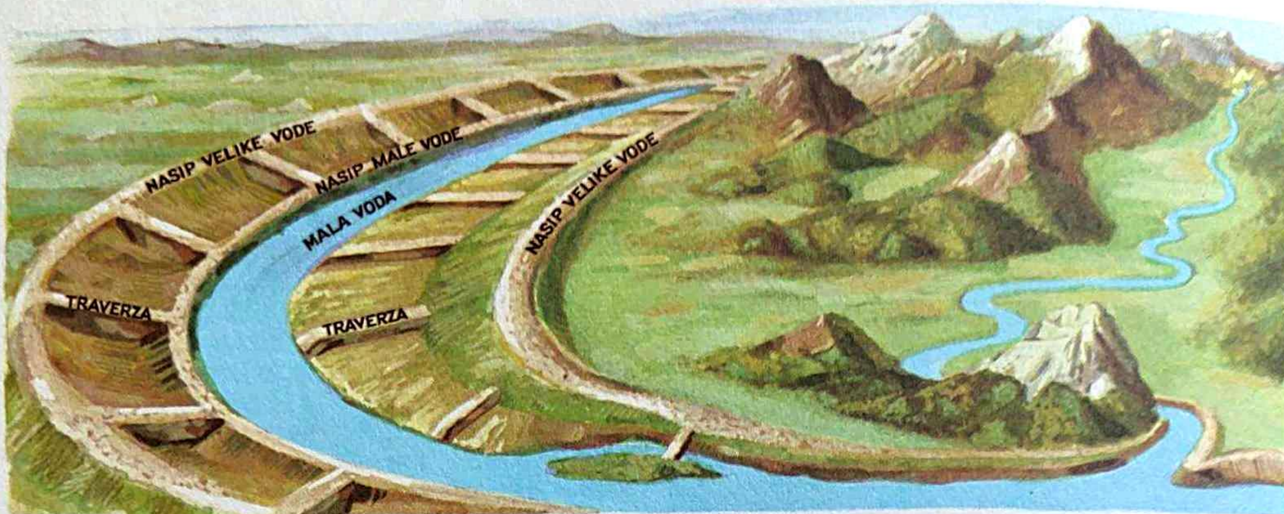
Ako na rijeci ima otoka koji smetaju plovidbi, treba ih spojiti s obalom, tj. prolaz treba zatvoriti traverzom tako da se što prije zaspe i isuši.

Riječne obale, tj. nasipi male i velike vode, zaštićuju se od rušenja popločavanjem nasipa, nabacivanjem kamenja uz obalu ili *utvrđivanjem obale* s pomoću *šibača* te drvenih, čeličnih ili betonskih stupova.

Regulacijom divljih rijeka osiguravaju se obale i povećava se obradiva površina tla, koja se prije regulacije nije mogla iskoristiti zbog čestih poplava.



Poprečno valjanje vode u vijugavoj rijeci



Regulacijom rijeke sužava se korito male vode i plovidbi se otvara plovni put i pri niskom vodostaju. Nasipi velike vode zatvaraju šire korito kako bi se mogla propuštati veća količina vode. Oni štite od poplava



Suženje korita male vode sili maticu da sama čisti plovni put

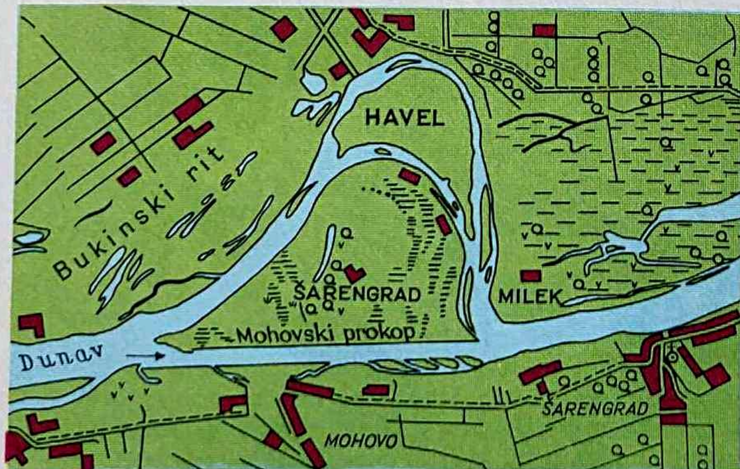
Prokopi. Na nekim prometnim rijekama ponekad se uz goleme troškove prokopavaju riječni zavoji samo zato da se plovidbi skrati plovni put. Ušteđeno vrijeme i pogonsko gorivo ubrzo nadoknađuju sve troškove.

Brane. Ako je rijeka za niskog vodostaja posve plitka, s tako malo vode da se mora prekinuti plovidba veći dio godine, vodostaj se može podići na taj način da se rijeka ogradi visokim nasipima, a preko čitava korita izgradi brana s ustavom koja zaustavlja vodu i podiže joj razinu. Visokom branom i bočnim nasipima rijeka se pretvara u umjetni kanal kojim mogu ploviti i najveći brodovi.

Danas se mnogo brana gradi zato da se podigne vodostaj rijeke i dobije velik pad vode koja golemom snagom tjera vodene turbine za proizvodnju električne energije. Na nekim mjestima brana ne pregrađuje samo riječno korito između nasipa nego cijelu dolinu, tako da se uzvodno od nje stvori umjetno jezero. Takve se visoke brane obično i grade samo zbog hidroelektrana.

Na plovnim rijekama brane su niže i protežu se samo između riječnih nasipa, tj. pregrađuju samo riječno korito, ali time zaustavljaju plovidbu i seobu riba.

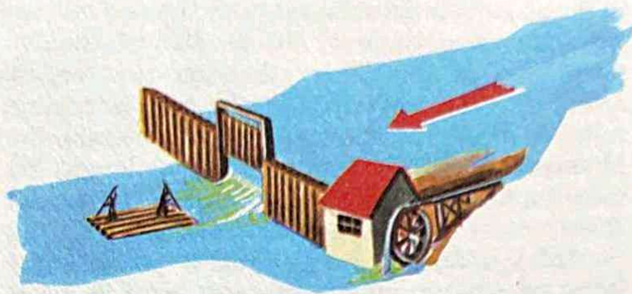
U staro doba posve niske drvene *mlinske brane*, nisu smetale ribama jer je bilo mnogo otvora kroz koje su one mogle slobodno prolaziti na mriješćenje iz donje u gornju vodu. Danas se u branama grade riblje staze, a ponegdje čak i *liftovi* koji neprekidno dižu vodu zajedno s ribama iz donjeg u gornji dio rijeke, i obratno.



Riblje staze su niske vodene stepenice, koje ribe mogu lako preskočiti. U branama na Dravi, npr. kod Mariborskog otoka, riblja staza je dubok bunar, jednako dubok kao što su bunari za vodene turbine. U bunaru su naokolo spiralne vodene stepenice tako da riba prelazeći iz jednog u drugo stepenasto korito može iz donje vode prijeći u gornju. Ima i ribljih staza što se prostiru duž nasipa od donjeg do gornjeg korita.

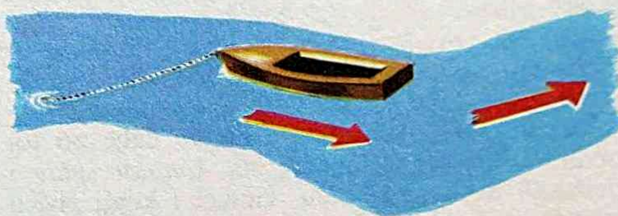
Lijevo: prokopom zavoja skraćuje se plovni put i ušteđuje vrijeme. Desno: riblje staze su vodene stepenice kojima ribe prelaze branu

Splavnice. Mlinske brane bile su splavima velike smetnje, iako je u svakoj brani bio pomični dio koji se mogao otvoriti. Otvor se zvao *splavnica* jer su se kroza nj s vremena na vrijeme propuštale splavi. Svi su brodari i splavari na pojedinoj rijeci znali kad se otvara splavnica pa bi se obično prikupili uzvodno od brane sat-dva prije otvaranja. Mlinar bi u određeno vrijeme otvorio splavnicu, i sva bi plovila prošla kroz nju nošena jakom strujom kao niz mali slap. Ako je koje plovilo zakasnilo, moralo je čekati i pola dana. Mlinari nisu rado otvarali splavnice jer su pri svakom propuštanju splavi i brodova gubili mnogo vode, osobito kad su se brodovi sporo uzvlačili s pomoću užeta s kopitnice kroz splavnice u obratnom smjeru, tj. uza slap.



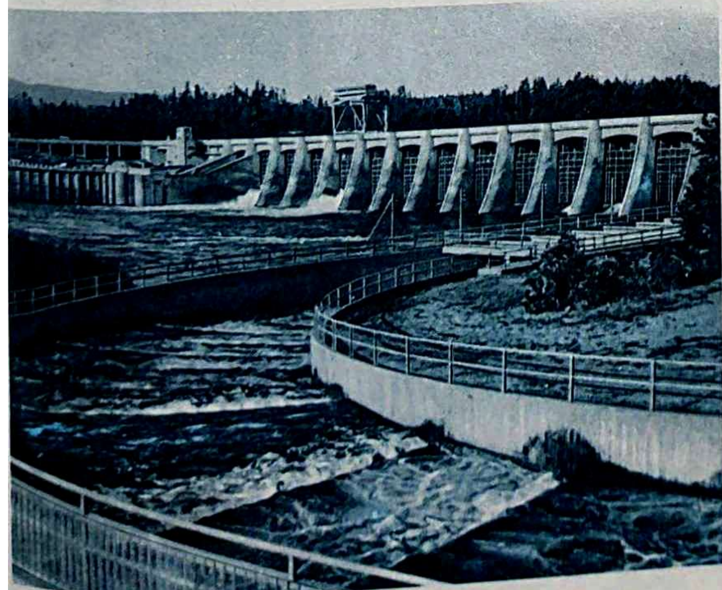
U staro doba mnoge su rijeke bile pregrađene mlinskim branama, ali za prolazak splavi otvarale su se splavnice nekoliko puta na dan

Dolje: brodovi bez pogona mogu ploviti niz vodu, ako se okrenu pramcem protiv struje i vuku po dnu sidro. Brod tada »sluša krmilo«



Oranje. Prije parnog pogona brodovi su na rijekama plovili niz vodu, nošeni strujom. Brod se odriješio i snažno otisnuo od obale u riječnu maticu koja ga je zahvatila i odnijela niz vodu. Iako se na prvi pogled čini da se tako može ploviti brzo i jednostavno, ipak se brodovi nikad ne smiju prepustiti riječnim vrtlozima jer bi se na prvom zavoju ili prudu nasukali i oštetili. Kad se brod slobodno spušta niz rijeku, njime se mora upravljati, ili kako brodari kažu: brod mora *slušati krmilo*.

Jasno je da nepomični brod u nepomičnoj vodi ne sluša krmilo. Da bi slušao krmilo, brod treba da se kreće kroz vodu, ili obratno, da se voda kreće ako je brod zaustavljen. Samo na tom principu mogli su brodovi bez stroja ploviti niz vodu. Spuštali su se uvijek okrenuti pramcem protiv struje, tj. kao da plove uz vodu, i s pramca bi oborili na riječno dno lako riječno sidro (kotvu). Kad se teška kotva ukopa u riječno korito, brod se zaustavi na mjestu jer ga čvrsto drži sidreni lanac, ali rijeka ispod broda i dalje teče velikom brzinom niz vodu. Iako stoji na mjestu, brod »sluša krmilo« pa može skretati desno i lijevo, jer mu tlak riječne struje potiskuje krmilo i zanosi krmu.



Ako se umjesto teže kotve obori posve laka riječna kotva ili željezni *jež*, brod će orati kotvom po riječnom dnu. Plovit će niz rijeku, ali uvijek sporije nego što teče riječna matica. Putnici s tog broda vide da se spuštaju niz rijeku, ali kad gledaju u vodu, pričinja im se da plove protiv struje jer pramac siječe riječne valiće, a brod sluša krmilo.

Samo tako se niz vodu i danas spuštaju *teglenice*, *drvarice* i *dereglije* ako ih ne tegli parni ili motorni tegljač, a njihovi vješti brodovođe usmjeruju ih po volji desno ili lijevo i provlače ih između prudova, otoka i mostovnih stupova. U staro doba manji brodići pomagali su se i veslima.

Kopitarenje. Niz vodu je uvijek lakše ploviti nego uz vodu. Danas se na motornim brodovima razlika osjeća samo po brzini plovidbe. Ako rijeka teče brzinom od 4 kilometra na sat, a motorni brod vozi 20 kilometara na sat, uz vodu će se kretati brzinom 20 — 4 = 16 km na sat, a niz vodu sa 20 + 4 = 24 km na sat. U staro doba, kad nije bilo ni parostroja ni motora, plovidba uz vodu na rijekama bila je prava tegoba. U brzoj matici ne pomaže veslanje, a i jedrenje se moglo iskoristiti samo ako je puhao žestok vjetar tačno uz smjer rijeke.

Prije parobroda plovilo se uz vodu kopitarenjem. Taj je čudnovati izraz ostao iz doba kada su brodove *kopitarili* (vukli) uz vodu konji.

Po nekoliko drvenih brodova kretalo se zajedno na razmacima od 200 do 300 metara. Iza posljednjeg broda bila je privezana tzv. *konjska splav*. Za vrlo dugo *kopitno uže* bilo je zapregnuto 5 do 9 konja, a na nekim rijekama (na Dunavu kod brzice Struden) i do 40 konja. Na svakom konju sjedio je na drvenoj klupici, na ženski način, po jedan dječak. Drugi su dječaci (kurtala) hodali uz samu obalu i podizali kopitno uže da ne zapne o kamenje, vrbe ili druge brodove privezane uz obalu. Konji su mučno hodali po nasipu uz rijeku uz strašnu viku goniča. Ispred povorke jahao je tražilac puta s dugom motkom u ruci. Duž rijeke vodila je po nasipu ili obali staza koja se zvala *kopitnica*. Ona je morala biti široka 10 metara i ništa se nije smjelo graditi između nje i rijeke kako bi kopitnom užetu ostao slobodan prolaz.

Kad bi povorka stigla do kakve mrtvine ili močvare, tražilac puta bi izmjerio dubinu i označio najpovoljnije mjesto koje bi se moglo najlakše pregaziti. Ako se nije moglo dalje po toj obali, konji bi se ukrcali na *konjsku splav* i prebacili na drugu obalu. Goniči i konji živjeli su teškim životom. Spavali su i jeli na kopitnici koju nisu napuštali po 8—9 mjeseci u godini, sve dok se rijeka nije smrzla. Kad bi krmilar skrenuo da izbjegne pličinu ili prud i samo malo pogriješio, riječna bi matica zahvatila brodić poprijeko i ponijela ga niz vodu takvom silom da bi on za tren oka povukao kopitno uže, konje i goniče u rijeku. U tom slučaju bio je jedini spas da se u tren oka presiječe kopitno uže i da se što brže ispliva na obalu. Brodići su se zaustavljali bacajući sidra.

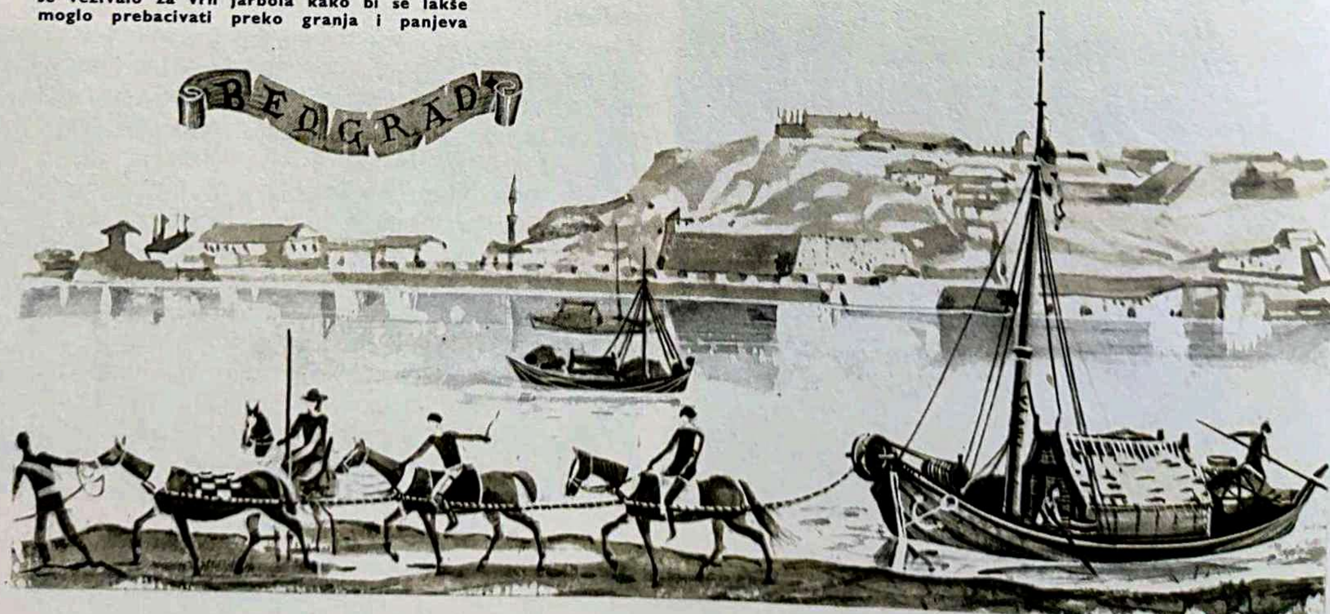
Uz Savu i Kupu neko su vrijeme brodove po kopitnici vukli kažnjenici. Po 50 pa i do 100 ljudi vuklo je jedno kopitno uže i drvaricu nakrcanu robom. Čuveni su brodari na Volgi, koji su prije uvođenja parnog pogona vukli teške brodove uz vodu. Da bi sebi olakšali mučan posao, pjevali bi pjesme, od kojih je vrlo poznata brodarska pjesma *Ej uhnjem*. Na Jangtzeu u Kini vuče i danas uz vodu svaka obitelj svoj sampan, a velike džunke tegli uz rijeku po 10—15 ljudi. Žene i djeca ostaju na džunki i krmilare prema uputama s kopitnice.

Čim su na rijekama zaplovili jeftini motorni brodići, kopitarenje je prestalo, a upotrebljava se samo na nekim kanalima, ili na onim dijelovima rijeke gdje ni motorni brodovi ne mogu sami bez pomoći s kopna izvući teške teglenice protiv brze riječne matice. Na Dunavu kod Grebena (Đerdap) pomagao je brodovima specijalni parobrod *Vaskapu*. Po dnu Dunava bio je položen lanac, a Vaskapu je tako građen da na pramcu diže lanac iz vode i po njemu se vuče protiv riječne matice, a iza krme ga opet ispušta. Kad dođe do kraja lanca, zaustavlja se i ispušta brodove koje je vukao za sobom, a kako lanac završava gdje je rijeka mirnija, ostalim brodovima više i nije potrebna pomoć.

U Željeznim Vratima na Dunavu nalazio se preko cijelog korita čitav labirint grebena neprolazan za brodove. Da bi se te zapreke izbjegle, bio je sagrađen usporedno s obalom Sipski kanal. Kako je Dunav na tom mjestu imao velik pad, struja je u kanalu bila jaka pa su samo brzi putnički brodovi i vrlo jaki tegljači mogli proći kroza nj uz vodu. Na tom je mjestu duž čitava kanala bila željeznička pruga, a na pruzi jaka lokomotiva. Kad je brod s teglenicom došao do donjeg kraja kanala, s lokomotive se dobacilo brodu jako čelično uže, pa je lokomotiva s kopna pomagala tegljaču da otegli brod protiv riječne struje. Sad je na tom mjestu brana hidroelekrane Đerdap s dvije provodnice za brodove.

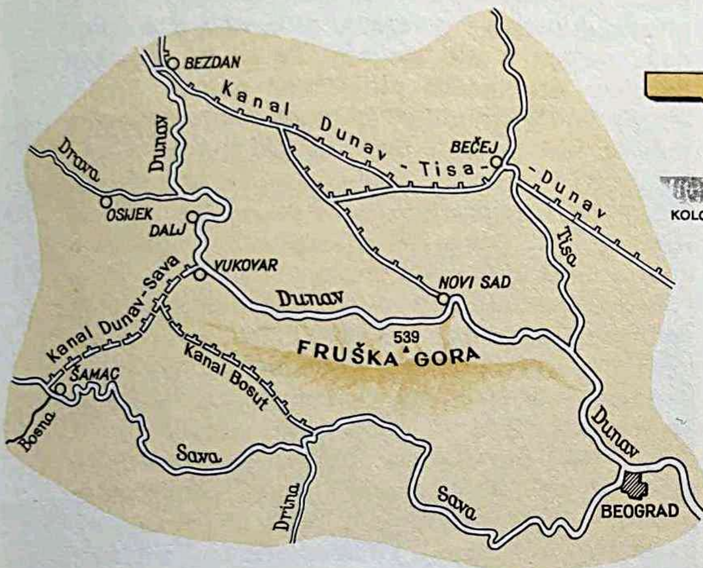
U Nizozemskoj, zemlji guste mreže kanala, ima stanovnika koji nedjeljni ili godišnji odmor provode u kućici na malom brodiću. Konj, ili u najnovije doba traktor, premješta vilu kad treba na drugo mjesto.

Kopitarenje dereglije uz vodu na Dunavu. Na mjestima gdje su uz kopitnicu rasle vrbe, uže se vezivalo za vrh jarbola kako bi se lakše moglo prebacivati preko granja i panjeva



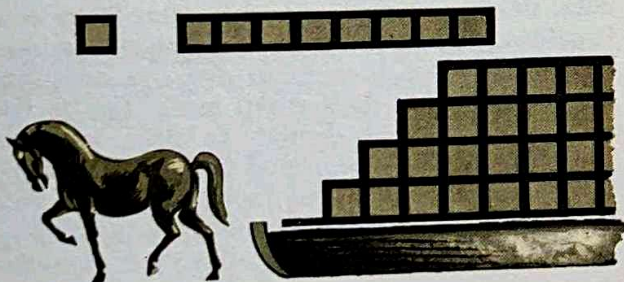
KANALI

Kanali su se kopali već u pretpovijesno doba za navodnjavanje ili odvodnjavanje tla, ali i za plovidbu. U Egiptu je oko ← 2000. god. prokopan kanal između jednoga isušenog rukava Nila i današnjega Sueskog zaljeva na Crvenom moru. *Feničani* su prošli iz Sredozemnog mora u Nil, iz Nila kanalom u Crveno more i oplovili Afriku.



Kanalom Vukovar—Šamac skratit će se vodeni put od Vukovara do Siska za 445 km ili za puna 3 dana neprekidne plovidbe brodom

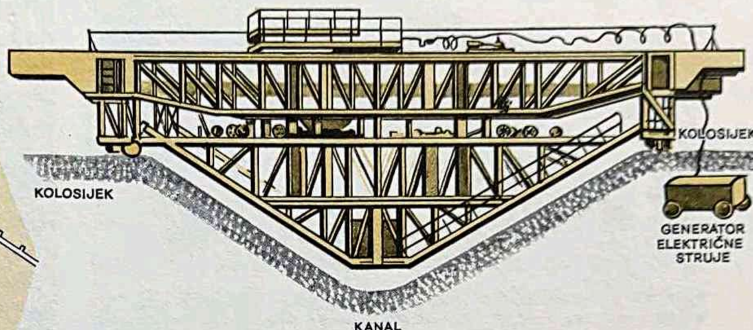
Konj može jednakom snagom vući na kolima običnom cestom 1 tonu, na vagončiću kolosijekom 8 tona, a na teglenici 75 tona



Kanali se kopaju i danas za prijevoz teške i glomazne robe jer je vodeni put najjeftiniji. Za prijevoz robe kanalom potrebna je najmanja snaga. Jedan konj može jednakom snagom vući na kolima po hrapavu putu 1 bačvu, na glatkim tračnicama 8 bačava, a na kanalu bez vodene struje 75 bačava.

Kanali se grade i onda kad treba spojiti dvije rijeke da se skrati plovni put. Tako se kod nas gradi *Kanal Dunav—Tisa—Dunav* koji služi za navodnjavanje, ali i za plovidbu. Projektiran je i *Kanal Dunav—Sava* između *Vukovara* i *Šamca*, koji će skratiti put od Vukovara do Siska za 445 kilometara, a to znači da će Jadran približiti Dunavu za puna tri dana neprekidnog putovanja riječnim brodovima što iz Austrije, Madžarske i Čehoslovačke prevoze robu na Jadran, za izvoz preko Rijeke na Daleki istok.

Nekad su se kanali kopali motikama, lopatama i trnokopima, a zemlja se prenosila ljudskom snagom u košarama. Sada se kanali kopaju *bagerima* (jaružalima). Ima velikih bagera koji pred sobom kopaju kanal određene dubine i širine, a istodobno desno i lijevo izbacuju iskopani materijal i tako grade nasipe.



Golem pokretni stroj koji kopa kanal, nasipava nasipe i betonira korito. Na slici dio stroja što uravnava i betonira korito

U kanalima se mjeri *korisna širina* i *korisna dubina*, tj. uzima se u obzir samo ona širina na kojoj postoji određena dubina. Npr. ako je određena dubina 2 m, onda se širina mjeri na dubini od 2 m. Ni dubina se ne mjeri u sredini gdje je kanal najdublji nego na rubovima određene širine.

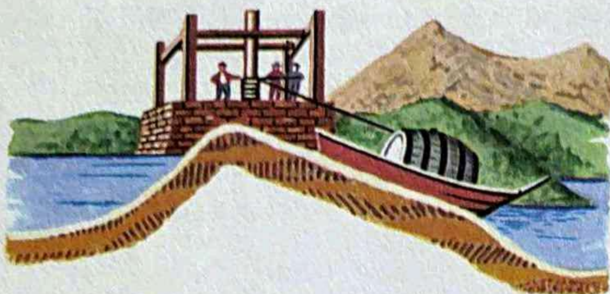
Iako se kroz kanal plovi polagano, brzinom od 6 do 8 kilometara na sat, ipak valovi zbog *sisa* (usisavanja) i potiskivanja vode kvare obale. Različne trave, šaš i trska ne štite dovoljno obalu, a kako je takva obala hrapava, ona pruža velik otpor vodi koja protječe između broda i nasipa. Zato je najbolje oblagati obale glatkim betonskim pločama ili drvenim zidovima.

U kanalima se na povećim razmacima ugrađuju *pregradna vrata* s kojima se kanal može zatvoriti, ako voda negdje probije nasip, ili ako se dio kanala želi isprazniti zbog čišćenja korita.

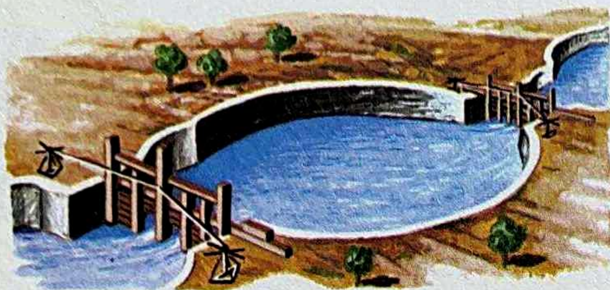
Moderni kanali danas spajaju rijeke i prelaze preko razvođa, tj. preko uzvisina koje rastavljaju rijeke. Uzvisine treba prebrditi s pomoću ustava, uspinjača za brodove ili dizala.

Provodnice. Kinezi, koji su u pretpovijesno doba imali najviše kanala, nisu poznavali provodnice, pa su brodove iz donje vode u gornju dizali preko kose *vlake* (navoza). Pod brodić su podmetali drvene oblice i vukli ga vitlom uz kosu popločanu vlaku.

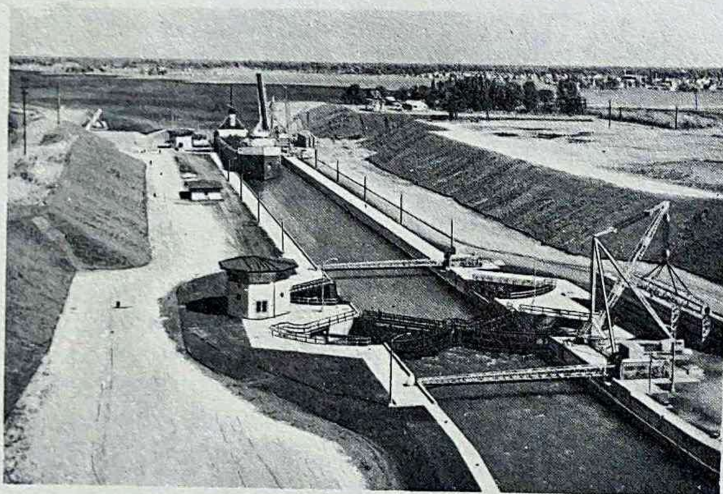
Na ovakav način nisu se mogli dizati veliki brodovi, a stare splavnice mogle su se upotrebljavati samo za male visinske razlike.



Kinezi na malim kanalima dižu brodove iz nižeg u više korito po popločanoj kosoj vlaci pomoću konopa koje povlače ručnim vitlom



Prve su provodnice bile obzidana proširenja kanala u koja su mogla stati dva brodića. Zatvarale su se sa dvije brane od dasaka



Sada je provodnica duguljasta obzidana komora, zatvorena vratima s uzvodne i nizvodne strane. Opremljena je sisaljkama i mostovima

Provodnica je izumljena slučajno i postupno. Stari kanal *Via Arena*, kojim su dolazili riječni brodovi do Milana u Italiji, završavao je podalje od grada u jaruzi koja je bila duboka 4 m. Da bi olakšali iskrcavanje robe iz brodova, *Filipo Organi* i *Antonio Fioravante* dosjetili su se 1438. da zatvore kanal vratima malo ispred završetka i da puštanjem vode u zatvorenu komoru podignu vodostaj za 3 m. Iz podignute teglenice roba se doista mogla mnogo lakše iskrcavati. Tek kada su to uradili, pomislili su da bi se tako podignut kraj kanala mogao produžiti i u sam grad i da bi se na taj način mogli graditi kanali i preko uzvisina. God. 1457. počeo se graditi kanal sa 12 provodnica iz *Abiategrassa* u *Bereguardo* na rijeci *Ticino* (Tičino), pa je kanalom povezan Milano s Pavijom.

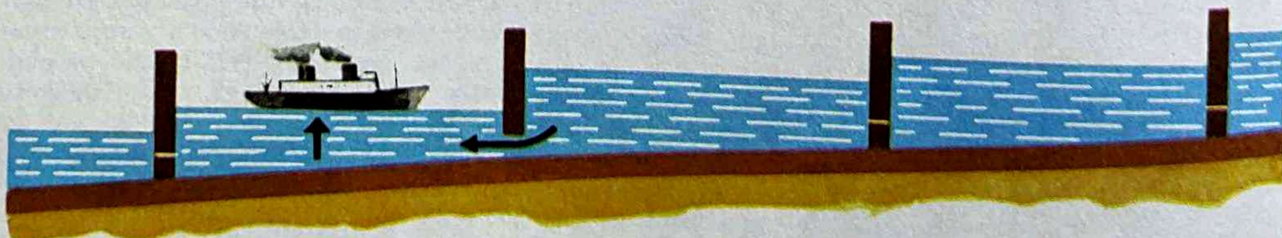
Provodnice su se uskoro gradile u Nizozemskoj, Belgiji, Francuskoj i Njemačkoj. Gradnja ustava, otkriće Amerike i otvaranje puta oko Rta dobre nade padaju u isto stoljeće. Ta su tri događaja temeljito promijenila plovidbene putove. Sredozemno more izgubilo je pomorsku prometnu važnost, a novi su se prekomorski putovi stjecali u lukama Portugala, Španjolske, Francuske, Nizozemske, Belgije i Njemačke pa odatle prodirali rijekama i kanalima preko provodnica daleko u unutrašnjost sjeverne Evrope.

Prve provodnice bile su okrugli baseni sa dvojim vratima. Moderne provodnice imaju oblik simetričnih duguljastih *komora*. I one imaju dvoja vrata. Gornja vrata zatvaraju gornji kanal, a donja donji kanal. Kad se oboja vrata zatvore, brod je u komori odvojen od oba kanala. Provodnica mora biti dovoljno duga i široka da u njoj može plutati i najveći brod koji plovi tim kanalom. Vrata moraju zatvarati komoru nepropusno, brzo i lako. Komora se puni vodom iz gornjeg kanala, a prazni se ispuštanjem vode u donji kanal.

Punjenje i pražnjenje ustavske komore traje dosta dugo vremena. Ulazak broda traje oko 12 minuta, otvaranje i zatvaranje vrata 2 minute, a punjenje ili pražnjenje komore najmanje 6 minuta; dakle, u svemu oko pola sata. Stoga se u kanalima gdje je velik promet grade *dvostruke provodnice*, jedna komora uz drugu, a osim toga one su tako duge da u svaku može stati po više brodova ili barem tegljač sa drije teglenice.

Jednom provodnicom brod se može dići najviše 8—9 metara. Ako kanal mora prebroditi veću visinu, gradi se nekoliko provodnica jedna iza druge. Takav niz provodnica tvori *vodene stepenice*.

Dizanje broda iz donjeg u gornji kanal vodenim stepenicama. Na slici se brod nalazi u 1. provodnici. Zatvorena su oboja vrata. Voda se pušta iz 2. provodnice u prvu. Vodostaj se u 1. provodnici diže dok se ne izjednači s razinom u 2. provodnici. Otvaraju se 2. vrata i brod ulazi u 2. provodnicu. Jednako se brod diže u 2. i 3. provodnici. Kad se izjednače razine u 3. provodnici i u gornjem kanalu, brod može otploviti dalje

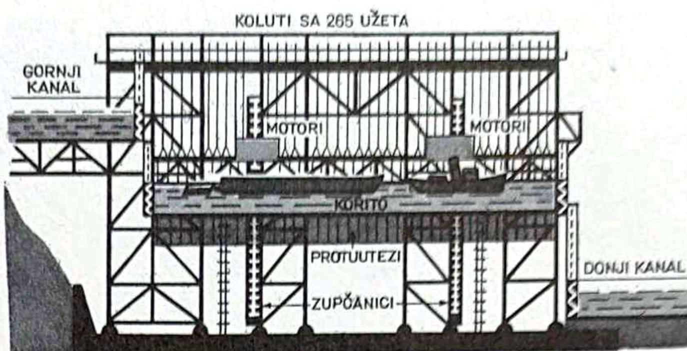


Uspinjače. Vodenim stepenicama brod se penje vrlo sporo. Stepenice od 6 provodnica može brod prijeći najbrže za 3—4 sata. Da bi se penjanje i spuštanje ubrzalo, grade se uspinjače za brodove. Ima više vrsti uspinjača, no uglavnom se mogu podijeliti u dvije skupine, u suhe i mokre. Suhe uspinjače dižu brod na šupljem koritastom vagonu iz vode u donjem kanalu i prenose ga u vodu gornjeg kanala. Mokre uspinjače dižu brod, zatvoren u koritu zajedno s vodom, iz donjeg u gornji kanal. Suhe uspinjače su jeftinije i lakše jer ne moraju dizati golemu težinu korita punog vode, nego samo brod na lakoj platformi. Uspinjače se grade za male kanalske i riječne brodove.

Brodska uspinjača. Korito se spusti u donji kanal, brod ulazi u nj, vrata se zatvore. Zatim se korito s brodom u vodi diže dok se ne osloni o nasip. Brod izlazi bočno kroz vrata u koritu i nasipu

Dizala za brodove podižu brod okomito uvis u koritu zajedno s vodom (mokra dizala), ili samo brod na jakoj rupičastoj platformi (suha dizala). Bolja su mokra dizala jer u njima brod pluta u vodi. Kako su riječni i kanalski brodovi slabe konstrukcije, u suhim dizalima prijeti opasnost da im se trup iskrivi.

Korito u kojemu se diže brod visi na mnogo čeličnih užeta. Težina korita, vode i broda posve je izjednačena s težinom protuutega koji su obješeni na drugom kraju užeta, pa elektromotori kod dizanja moraju svladati samo trenje. U dizalu kod *Niederfinowa* (Niderfinova) u Njemačkoj visi na kolutima 256 čeličnih užeta (128 sa svake strane). Na užetima je obješeno s unutrašnje strane korito s vodom, a s vanjske strane 256 željeznih protuutega. Korito s vodom uvijek je u ravnoteži s protuutezima, jer je korito s vodom i brodom jednako teško kao korito s vodom bez broda. Možda je to na prvi pogled neobično, kao da brod nema težine, ali ako pomislimo na *Arhimedov zakon* da brod istisne



Dizalo kod Niederfinowa diže brod i jednu teglenicu 35 m visoko

iz korita onoliko vode koliko je sam težak, tu pojavu možemo lako shvatiti. Kad brod uđe u puno korito, iz korita se izlije onoliko tona vode koliko je tona brod težak.

Vodeni put Saint Lawrence. Najveći sistem unutrašnjih plovnih kanala spaja u Americi velika jezera Superior (Sjupirier), Michigan (Mičigen), Huron (Hjuran), Erie (Iri) i Ontario (Onterio) s rijekom Saint Lawrence (Seint Lorens). Tako postoji otvoren put oceanskim brodovima iz Atlantskog oceana u Velika jezera.

Brodovi ulaze iz Atlantskog oceana u zaljev Saint Lawrence i plove istoimenom rijekom do grada Montreala (Montriola). Tu počinje prvi novi kanal. Ustavama se brodovi dižu u jezero Saint Louis (Seint Ljuis) 20 m nad morem. Odanle



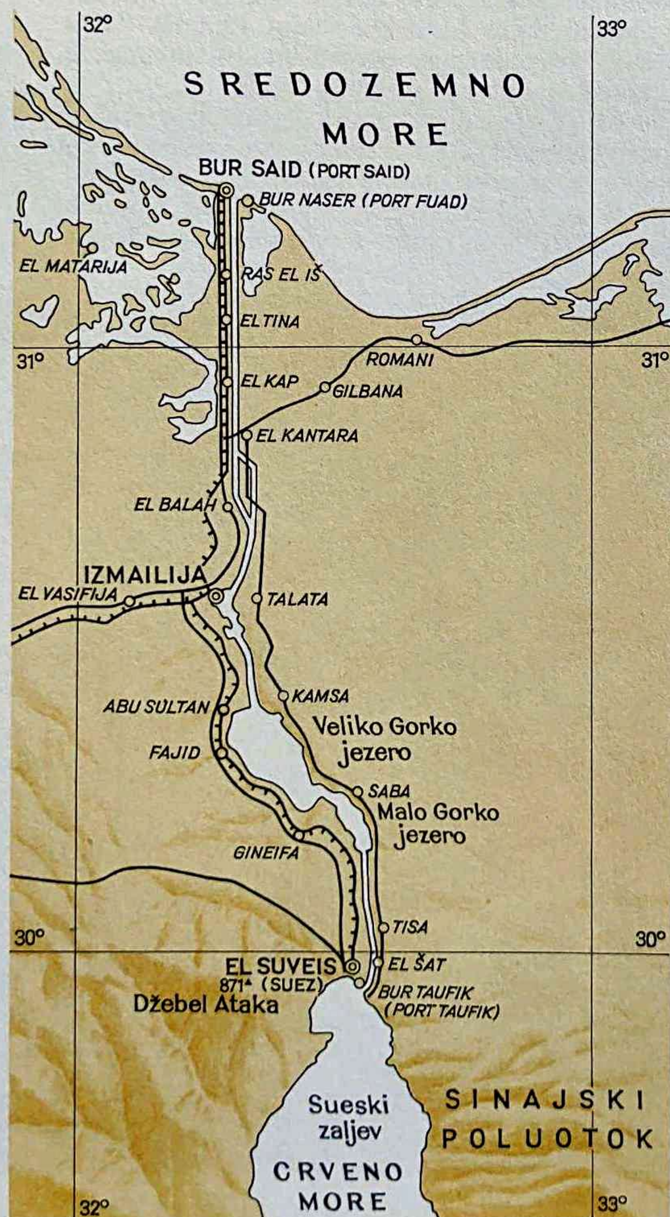
Vodeni put Saint Lawrence povezuje Atlantik s jezerom Superior

ulaze kroz nove provodnice u jezero Saint Francis (Seint Frensis), koje je već 46,5 m visoko, i plove do provodnica Bertrand, gdje se dižu na 60 m. Odatle prolaze novim prokopom do provodnice Eisenhower (Aiznhauer), gdje se dižu na 73,5 m visine, a u idućoj provodnici Iroquois (Irokvoi) podižu se još 1,5 m i ulaze u jezero Ontario, 75 m nad morem. Iz tog jezera brodovi se dižu na visinu od 175 m vodenim stepenicama u kanalu Welland i ulaze u jezero Erie. Jednom provodnicom dižu se za 1 m i ulaze u jezero Saint Clein (Seint Klin), a drugom provodnicom svladavaju još 1 m visine i ulaze u dva velika jezera Huron i Michigan, koja su 177 m nad morem. Iz tih jezera brodovi se provlače kroz posljednje provodnice kod Sault Sainte Marie (Solt Seint Meri) u jezero Superior, koje se nalazi na visini od 183 m nad morem.

Čitav vodeni put Saint Lawrence gradio se postepeno. Prvi kanal prokopan je 1700. za male riječne brodove. Kasnije je Kanada gradila druge male kanale. Sjedinjene Države Amerike nisu tada htjele sudjelovati u gradnji velikog puta za oceanske brodove, jer su se tome protivila velika željeznička društva. Tek 1944. senat je odobrio da se pristupi gradnji zajedno s Kanadom. Najveći radovi izvršeni su od 1954. do 26. VI 1959, kada je čitav veliki vodeni put od oceana do Dulutha (Duluta), dug 3770 km, otvoren za brodove do 10 000 BRT. Najmanja je dubina na putu 8,2 m, a najmanja širina u provodnicama 60 m. Plovna sezona traje 200 do 260 dana, jer je zimi 105 od 165 dana put smrznut.

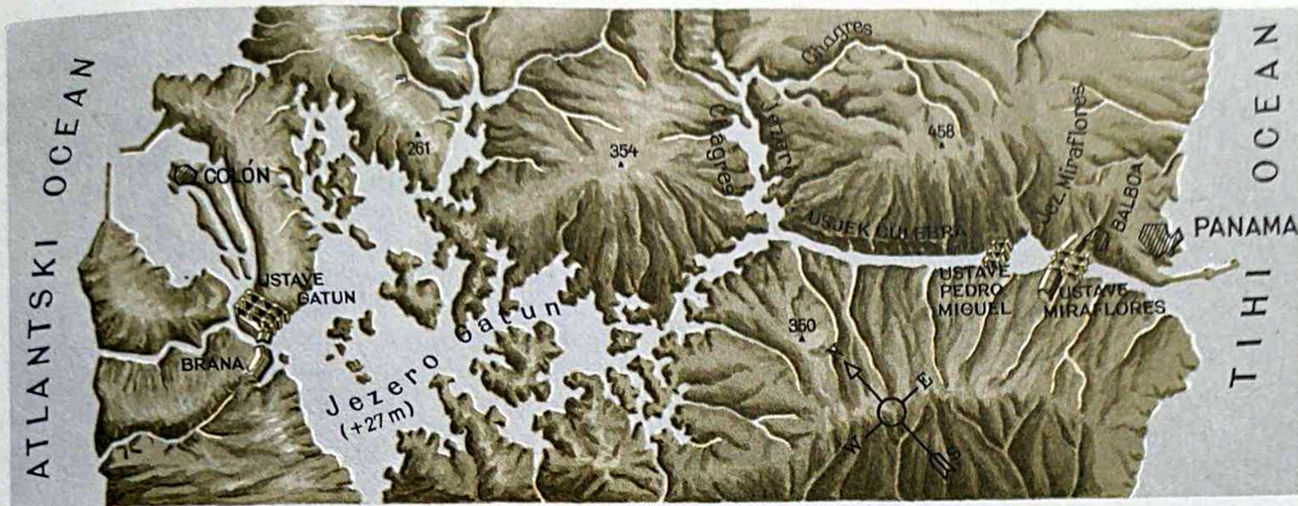
Promet na velikim jezerima dosegao je 1962. oko 450 milijuna tona, te je dva puta veći nego na svim svjetskim kanalima zajedno. Promet je tako velik zato što u državama uz jezera živi oko 80% stanovnika Kanade i 35% stanovnika SAD. U tim se državama nalazi 80% kanadske i 32% američke industrije. To područje daje 65% američkog izvoza.

Na vodenom putu Saint Lawrence izgrađeni su bočni kanali, brane, provodnice, umjetna jezera, tri golema mosta, podzemni tunel za auto-put i velika hidroelektrana od 2 350 000 KS.



Sueski kanal skraćuje put od Rijeke do Bombaya u Indiji za 7058 nautičkih milja ili za oko 20 dana neprekidne plovidbe

Sueski kanal. Afriku s Azijom spaja vrlo uska prevlaka koja je, osim toga, niska i pješčana. Stoga je posve razumljivo da su već stari Egipćani pomišljali na to da se prokopa kanal koji bi spajao Nil s Crvenim morem. Kanal se počeo prokopavati za faraona Neha, a dovršen je za perzijskog kralja Darija I. U doba Rimljana kanal se zasuo pijeskom. Ponovno su ga prokopali Arapi kako bi mogli dovoziti žito iz doline Nila u Arabiju, ali u srednjem vijeku kanal se ponovno zasuo. Napoleon I odredio je 1799. da se izmjeri prevlaka kako bi se prokopao nov kanal iz Sredozemnog u Crveno more. Plan je uskoro napušten, jer je komisija ustanovila da je razina Crvenog mora za 10 m viša od razine Sredozemnog mora. God. 1847. ponovno je tačnije premjerena prevlaka i ustanovljeno da su razine oba mora jednako visoke. Plan za kanal na morskoj razini bez provodnica izradio je 1856. inženjer *Alois Negrelli*, a francuski diplomat *Ferdinand Lesseps* osnovao je društvo za gradnju kanala i 1856. pribavio dozvolu za gradnju od egipatskog potkralja Said-paše. Sklopljenim ugovorom dopuštena je gradnja kanala kojim će društvo upravljati 99 godina. Radovi su započeli 25. IV 1859, a dovršeni su i kanal je svečano otvoren 17. XI 1869. Društvo je imalo upravljati kanalom do 1968, ali je Ujedinjena Arapska Republika (UAR) kanal nacionalizirala 26. VII 1956, isplativši vlasnicima akcija odštetu.



U Panamskom kanalu brodovi se dižu u jezero Gatun kojemu je razina 27 m iznad razine oceana

Kanal je dug 161 km. Prilazni kanal do luke Bur Said (Port Said) na Sredozemnom moru dug je 6,5 km, a do luke El Suveis (Suez) na Crvenom moru 3,7 km. Širina je na površini 70—125 m, a pri dnu 45—60—100 m. Plovni put je širok 45—60 m, dopušteni gaz brodova 10,36 m. UAR je proširivao i produbljivao plovni put, a prokopavao je i bočne kanale da bi se olakšali plovidba i mimoilaženje brodova kako bi se povećao promet od 48 na 100 brodova na dan. Radovi su prekinuti 1967. kad je izbio rat na Prednjem istoku.

U kanal se iz Sredozemnog mora ulazi između dva duga lukobrana i prolazi između gradova Bur Saida i Bur Nasera (Port Fuad). Kanal zatim skreće ravno prema jugu između nasipa. Na svakih 5 km nalazi se proširenje gdje se brodovi mimoilaze. Od El Kantare do blizu sela El Balaha iskopan je pobočni kanal. Dalje prema jugu plovni put prolazi kroz jezero Timsah, Veliko i Malo gorko jezero te ulazi u Crveno more u Sueskom zaljevu kod El Suveisa.

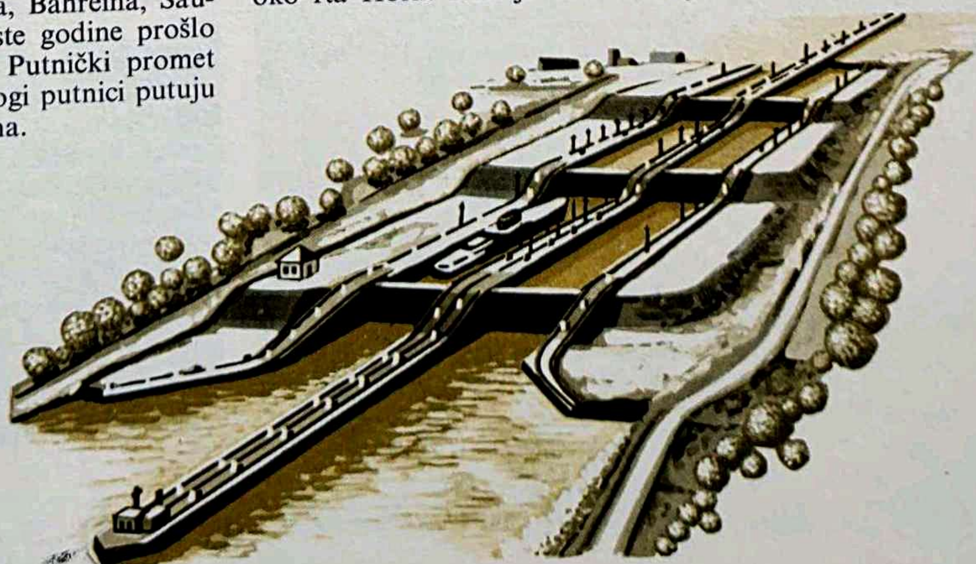
Kroz kanal je prolazilo najviše brodova za prijevoz nafte. Od 18 217 brodova prošlo je 1965. godine 13 126 tankera, koji prema jugu plove većinom prazni u Perzijski zaljev, a prema sjeveru puni nafte koju voze iz Kuwaita, Bahreina, Saudijske Arabije, Iraka i Irana. Iste godine prošlo je kroz kanal 256 276 putnika. Putnički promet neprekidno se smanjivao jer mnogi putnici putuju u Srednji i Daleki istok avionima.

Sueski kanal znatno skraćuje put. Npr. iz Rijeke u Bombay put oko Rta dobre nade dug je 11 362 nm, a kroz Sueski kanal 4304 nm.

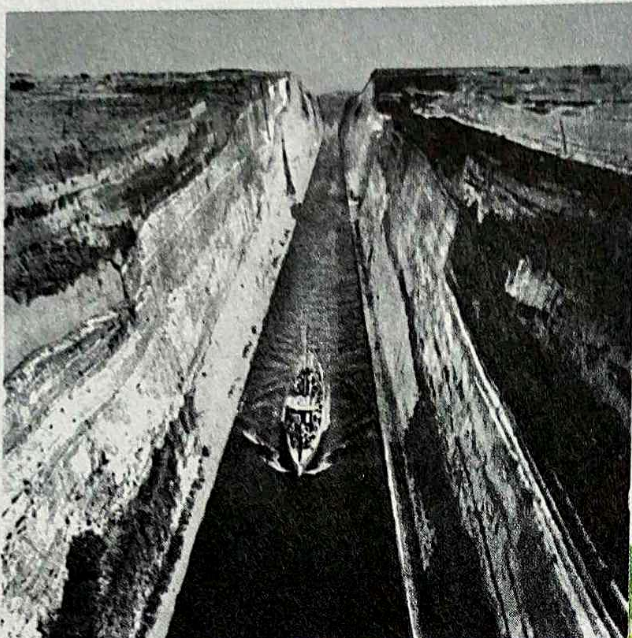
Panamski kanal. Sjevernu i Južnu Ameriku spaja prevlaka koja je gotovo za polovicu uža od sueske, ali je znatno viša i kamenita.

Pošto su Španjolci zaposjeli zemlje Srednje Amerike, *Pedro Arias Davila* krenuo je s atlantske obale pješice kroz džunglu, prebrdio usku prevlaku i stigao na obalu Tihog oceana, gdje je našao malo ribarsko naselje koje je po domorodačkoj riječi panama (ribar) nazvao Panama. God. 1519. Davila je tu utemeljio najvažniju španjolsku koloniju koja se naglo razvijala, jer je preko uske prevlake vodio važan trgovački put kojim se prevozilo opljačkano zlato i srebro iz *carstva Inka*, današnjeg Perua. Pošto je blago iscrpljeno, a Španjolska izgubila prevlast u Novom svijetu, izgubila je ona i sve kolonije.

Mlade Sjedinjene Američke Države širile su se brzo prema zapadu i doprle do Tihog oceana gdje se uskoro razvio velik grad San Francisco (Sen Frensiskou). Kako između atlantske i pacifičke obale još nije bilo željezničke pruge, jedina je veza bio morski put oko čitave Južne Amerike, oko rta Horn. Kad je 1847. u Aljasci otkriveno



Dvostruke vodene stepenice u Gatunu. U svakoj komori brod se diže za 9 metara



Lijevo: Korintski kanal, dug 6345 m, nema ustava
Dolje: Kilski kanal je 2 m iznad razine mora



zlato, promet je znatno porastao zbog zlatne groznice i pustolova koji su putovali na Zapad. Sagrađena je nova cesta preko Panamske prevlake, i sve više je sazrijevala misao o izgradnji Panamskog kanala.

Lesseps se prihvatio i ovog pothvata. Izrađeni su planovi za kanal u morskoj razini, a Lesseps je preuzeo upravu novog francuskog društva. Radovi su započeli 1881. sa oko 15 300 radnika. Međutim, radovi su se morali obustaviti 1889. zbog tropskih bolesti i mnogih prevara i pronevjerenja. Društvo je propalo, pa se i danas još za veliku prevaru kaže: »To je prava Panama.« U 9 godina umrlo je od žute groznice i malarije 16 000 radnika i činovnika. Idealist Lesseps gotovo je i sam bio osuđen zbog nepravilna poslovanja. Pomor je bio tako velik jer se u to doba nije znalo što je malarija i žuta groznica.

Radove su nastavili Amerikanci. Najprije su otcijepili tu zemlju od Kolumbije i utemeljili državu Panamu, a od nje su 1904. kupili tzv. *Kanalsku zonu*, široku 5 milja (8,5 km). Pošto su istraživanjem ustanovili da zarazu prenose komarci, iz čitavog su područja istrijebili komarce. Izradili su novi plan, po kojemu se kanal ne bi kopao sve do ispod morske površine, nego 27 m iznad mora, a brodovi bi se na atlantskoj strani dizali sa tri provodnice (u svakoj po 9 m), a na pacifičkoj strani opet bi se sa 3 provodnice spuštali u more. Prema tom planu kanal je kasnije izgrađen i otvoren 15. VIII 1914.

U Panamski kanal brod ulazi iz Atlantika između valobrana u zaljev Limón i plovi izdubenim kanalom u morskom dnu sve dok ne dođe do vrata vodenih stepenica Gatun koje se sastoje od 3 dvostruke provodnice. Tu se brod priveže za 4 lokomotive između dva bedema. Dvije lokomotive tegle pramac, a dvije krmu broda i uvuku ga u prvu komoru. Kad se iza broda zatvore vrata, on se diže 9 m. Zatim se otvore vrata druge komore, i lokomotive uvuku brod u nju. U drugoj komori brod se opet diže za 9 m, a toliko se podiže i u trećoj komori provodnice. Kad se otvore i posljednja vrata na ustavama, lokomotive izvuku brod iz komore i puste ga u umjetno jezero od 165 km² koje se stvorilo pošto je rijeka Chagres (Čagres) pregrađena golemom zemljanom branom. Brod plovi većom brzinom po jezeru i ulazi u usjek Culebra (Kulebra). Tu je bio najteži rad pri prokopavanju kanala. Brodovi plove kroz usjek posve polagano jer se zemlja i sada odronjava. Na izlasku iz usjeka brod se spušta u komori San Pedro za 9 metara i ulazi u jezerce Miraflores. Nakon toga ponovno se spušta dva puta po 9 metara u dvjema provodnicama jezera Miraflores i kroz produbljeno korito u morskom dnu između nasipa izlazi u Tihi ocean kod grada Paname.

Golema zemljana brana koja je zatvorila ušće rijeke Chagres, duga je 2480 m, pri temelju široka 1020 m, a na kruni debela 30 m. Rijeka je dvije godine punila umjetno jezero dok mu se razina nije podigla na određenu visinu. Prema tomu, možemo zamisliti kakva bi nastala katastrofa kad bi se brana razorila i kad bi se izlilo umjetno jezero. Brodovi ne bi mogli prolaziti 2 godine nakon popravka brane. Da se jezero ne bi izlilo kroz ustave, svaka komora ima dvostruka vrata koja su zaštićena i napetim lancem da ih brod ne bi slučajno oštetio.

Panamski kanal dug je 81 km, a s udubljenjem korita u morskom dnu ukupno 84 km. Najveći gaz brodova dopušten je 12,2 m. Komore provodnica duge su 300 m, a široke 33 m tako da mogu primiti i najveće brodove. Ipak

3 golema prekoatlantska putnička broda (Queen Elizabeth, United States i France), nekoliko supertankera i brodova za prijevoz rude ne mogu proći kroz Panamski kanal.

God. 1968. prošlo je kroz Panamski kanal ukupno 13 199 brodova sa 96 550 165 BRT.

Kanal znatno skraćuje put; npr. iz Rijeke u San Francisco kroz Magellanov prolaz put je dug 14 108 milja, a kroz Panamski kanal 8287 milja. Iz New Yorka do San Franciska put kroz Magellanov prolaz dug je 13 107 milja, a kroz Panamski kanal 5289 milja. Ušteda je 7818 milja, a to je daljina od Meksika u Americi do Volgograda u Sovjetskom Savezu.

Korintski kanal presjekao je prevlaku preko koje su se u grčko doba prevozili brodovi na drvenim oblicama. Prevlaka spaja poluotok Peloponez s grčkim kopnom. Kanal je prokopan 1893, a nalazi se na morskoj razini, pa se kroza nj plovi bez ustava. Dug je 6345 m, širok 21 m i dubok 8 m. S jedne i druge strane kanala uska je zidana i opločena obala, a iznad nje strane se dižu tako strmo da se ponekad zemlja i odronjava i tako visoko da preko kanala prelazi željeznički i automobilski most ispod kojeg mogu prolaziti brodovi s jarbolima.

Kilski kanal siječe danski poluotok. U staro doba Vikinzi su (950—1150) prevozili svoje brodove preko kopna između rječica Treene i Eider (Ajder). God. 1389. prokopan je kanal između rijeka Labe i Trave, ali je bio preplitak za morske brodove. God. 1784. pušten je u promet prvi morski kanal na svijetu kroz rijeku Eider, dug 43 km i dubok 3,5 m, kojim je prolazilo godišnje do 2000 brodova. Današnji kanal prokopan je 1895. Dug je 98 km, širok 102 i dubok 11,3 m. U kanal se ulazi iz rijeke Labe (Elbe) kod Brunsbüttelkooga (Brunsbitlkoga) nizvodno od Hamburga. Brod se diže u provodnici 2 metra i prolazi kanalom cijeli danski poluotok. Na drugom kraju u komori kod grada Holtenaua brodovi se spuštaju za 2 m i ulaze u Kilski zaljev na Baltičkom moru.

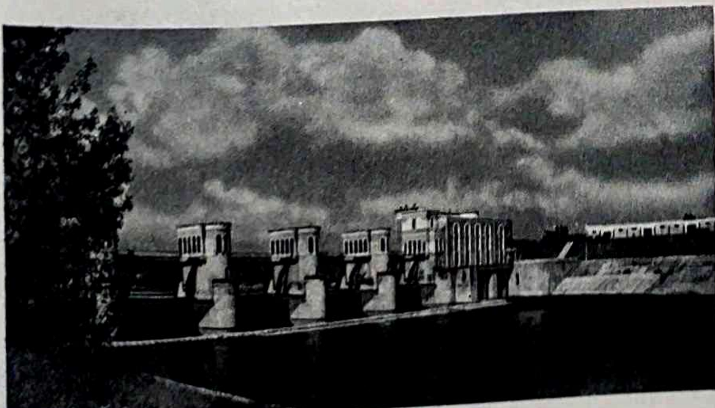
Preko kanala prelazi 5 mostova na visini od 44 m iznad razine vode, a jedan se niski most otvara i zatvara pri prolasku brodova. Auto-put vodi tunelom ispod korita. Sada kanalom prolazi godišnje 85 000 brodova sa 45 500 000 NRT i 53 650 000 t robe. Po važnosti to je treći morski kanal na svijetu.

Kanal Volga—Don otvorio je brodovima put, dug 104 km, iz Azovskog mora u Kaspijsko jezero. Time je otvoren put i svim brodovima na Volgi i Kaspijskom jezeru u Azovsko i Crno more. Brodovi do 5000 t ulaze u Don kod Rostova, dižu se 39 metara u 3 provodnice, plove kanalom koji na visini od 72 m vodi preko razvođa između dvije rijeke, zatim se spuštaju sa 7 provodnica u Volgu, kojoj je razina vode 13,4 m ispod razine Crnog mora. Niz Volgu plove riječnim koritom te kod Astrahana izlaze na Kaspijsko jezero, koje je 28 m niže od razine Crnog mora.

U Sovjetskom Savezu može se ploviti brodovima neprekidno, iz Bijelog mora na krajnjem sjeveru u Baltičko more, kroz Moskvu u Crno more i u Kaspijsko jezero, veoma dugom mrežom rijeka, jezera i kanala koji su dugi gotovo kao morski oceanski putovi.

Desno: plovne rijeke i kanali u Sovjetskom Savezu

Dolje: brana i provodnica u kanalu Volga—Don

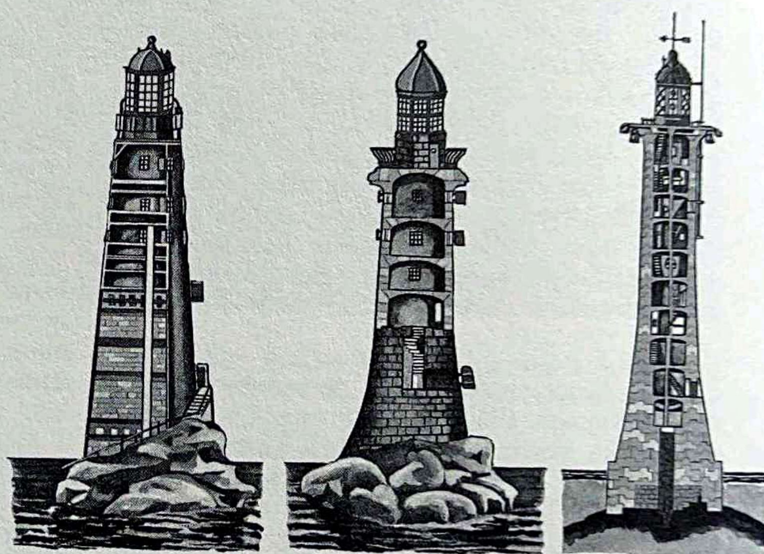




Svjetionici

Kad plovimo brodom noću duž naše razvedene obale, uvijek se moramo diviti kapetanu kako se brodom punom brzinom provlači kroz uske prolaze, kako obilazi otoke i grebene i pronalazi nevidljive putove što vode u zaljeve i skrivene luke. Pogledamo li s palube mrklu tamu oko broda, uzalud ćemo tražiti gdje prestaje more a počinje kopno. Samo ponegdje na obzorju bljeska po koja bijela, crvena ili zelena svjetlost. To su signali koji pokazuju kapetanu gdje su opasnosti što ih mora izbjeći, a gdje rtovi koje treba oploviti. Te signale daju svjetionici, obalna i lučka svjetla





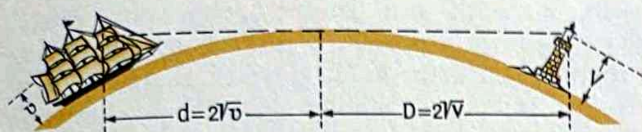
U prvi svjetionik »Eddystone« iz 1689. udario je grom i progutao ga požar. Drugu kulu iz 1709, graditelja i posadu progutali su valovi. Treći je svjetionik iz 1758. napušten, jer je more podlokalo temeljnu stijenu. Četvrti iz 1882. još i sada prkosi oceanskim olujama

Svjetionici su velike i jake svjetiljke postavljene navrh zidanih betonskih ili čeličnih kula da se vide sa što veće daljine. Svjetiljku u svjetioniku cijelu noć nadgledaju čuvari, koji se izmjenjuju svaka četiri sata. Prema tome, pomorci mogu s potpunom sigurnošću računati da svjetlo na svjetioniku gori od zalaska do izlaska sunca i po svakom vremenu.

Obalna svjetla nemaju čuvara, redovito su automatska, a poneka se sama pri zalasku sunca pale, a pri izlasku gase.

Lučka svjetla označuju glave gatova ili rubove pristana u lukama. To su obične ali sigurne svjetiljke što ih nadglednici navečer pale a ujutro gase. Ni ona nemaju čuvara koji bi ih nadgledao cijele noći, ali i ona mogu biti automatska.

Svjetionici. Kad brod prilazi obali poslije duge plovidbe preko oceana, gdje su ga mlatili valovi, šibali vjetrovi i zanosile struje, kapetan obično nije posve siguran da li je dobro procijenio položaj. Stoga uvijek s nestrpljenjem očekuje prvi znak s obale. Tek kad mu daleko s obzorja prvi blijesak pokaže gdje je kopno, kapetan može, ako je potrebno, ispraviti procijenjeni položaj broda i sa sigurnošću približiti se obali. Veoma je važno da kapetan ugleda svjetlost svjetionika na vrijeme, dok je još daleko od kopna i izvan opasnosti. Stoga svjetlost mora biti jaka kako bi se vidjela sa što veće daljine. Ali ni najjača se svjetlost ne može vidjeti daleko ako je svjetiljka nisko kraj morske površine. Zemlja je okrugla, pa daleki predmeti koji nisu visoki nestaju iza njezine obline.



Geografska vidljivost svjetionika

Što je viši zapovjednički most s kojega se promatra pučina, to se s njega i dalje vidi. Jedan plivač u moru neće vidjeti daleko drugog plivača jer je motriočevo oko nisko, a i tjeme drugog plivača nisko je iznad morske površine. Drugi plivač kao da je nestao iza vodenog brijega. Ako motrilac iziđe iz vode, opet će ugledati plivača, i što se bude više penjao uz obalu, obzor će mu se sve više širiti. Pomorci znadu izračunati napamet koliko je daleko obzor u nautičkim miljama pri različnim visinama motriočeva oka iznad mora. Daljina obzora je dva puta veća od drugoga korijena visine oka. Može se, dakle, izračunati po formuli $d = 2\sqrt{v}$. Npr. ako je visina motriočeva oka nad morem 9 m, daljina obzora iznosi: $d = 2\sqrt{9} = 2 \times 3 = 6$ nm.

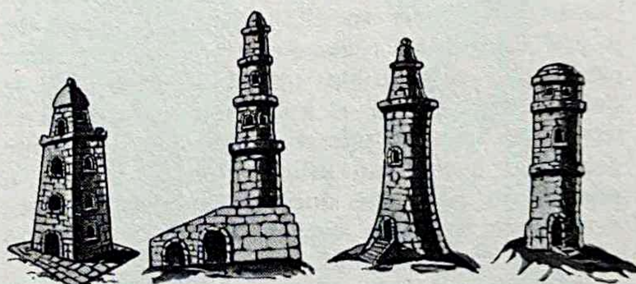
Nije svejedno da li je svjetionik nizak ili visok jer i njegovu svjetlost ograničuje zaobljenost zemlje. Stoga treba izračunati i njegovu daljinu obzora (D). Geografska vidljivost svjetionika (Gv) dobiva se ako se daljini svjetionikova obzora (D) pribroji daljina motriočeva obzora (d). Npr. ako je visina svjetionika 100 m, onda je za motrioca, kojemu je oko 9 m nad morem, geografska vidljivost svjetionika $Gv = D + d = 2\sqrt{100} + 2\sqrt{9} = 2 \times 10 + 2 \times 3 = 20 + 6 = 26$ nm.

Vrijedno je zapamtiti ovu formulu jer se ona može upotrijebiti i kod televizije. Kako se ultrakratki valovi televizije šire kao zrake svjetlosti, istom se formulom može izračunati i doseg svake televizijske stanice ako je poznata visina antene. Npr. televizijskoj anteni na Zagrebačkoj gori, visokoj 100 m, koja stoji na Sljemenu što je visoko 913 m, ukupna je visina 1013 m. Posavina leži na visini od oko 100 m, prema tome je antena na relativnoj visini od 900 m iznad posavske ravnice, pa joj je doseg $D = 2\sqrt{900} = 2 \times 30 = 60$ nm ili oko 110 km. Međutim, programi se mogu vidjeti s još veće daljine jer treba tome pribrojiti i daljinu obzora antene na krovu kuće u kojoj se nalazi televizor.

Svjetioničke kule. Ovi nam računi pokazuju kako je od velike važnosti visina svjetlosti nad morem. Stoga je pogodno ako se na mjestu, gdje se mora izgraditi svjetionik, nalazi visoko brdo jer se svjetiljka može namjestiti na običnom podnožju, tek toliko iznad okolnog tla da je ne zasjenjuje drveće. Ako je obala pješčana i niska, potrebno je graditi visoke kule. Najteže ih je graditi na niskim grebenima koji jedva proviruju iz mora pred obalom izloženom velikim oceanskim valovima.

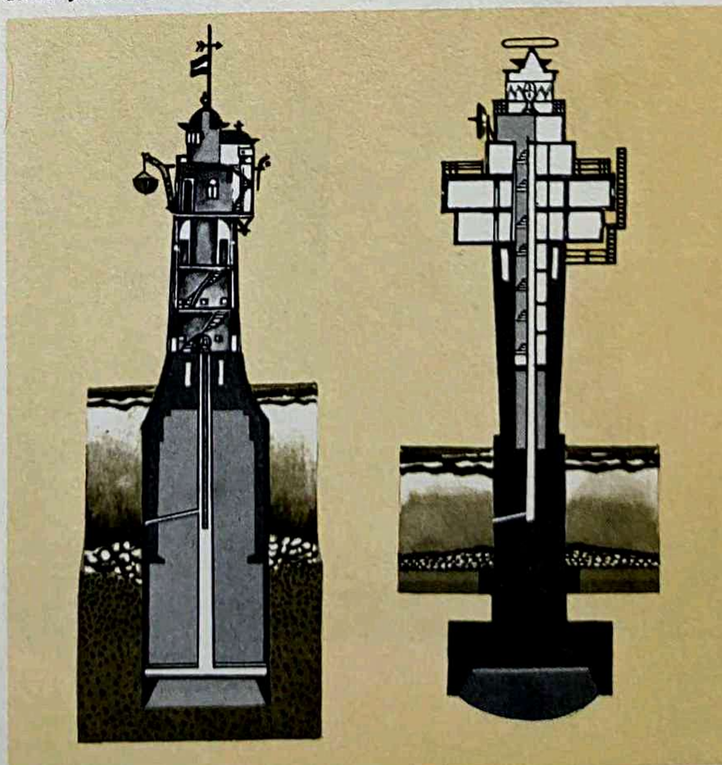
Donedavno se vjerovalo da je svjetionika bilo u davnini i prije početka naše ere, ali na temelju novijih istraživanja može se ustvrditi da je bilo samo kula za orijentaciju po danu, ali bez svjetlosti. Najstarija takva kula o kojoj su sačuvani podaci smatrala se jednim od sedam svjetskih čudesa. Bila je to 70 m visoka bijela mramorna građevina na otočiću Farosu pred ulazom u luku Al Iskandarija (Aleksandrija). Moralo je biti zacijelo i drugih takvih kula prije nje jer je ona već imala usavršen oblik. Na starom novcu sačuvano je nekoliko reljefa takvih kula, ali ni na jednoj kuli nema plamena, jer brodovi tada još nisu plovili noću. Drugu kulu, čija je slika očuvana na jednom taliru, sagradio je ← 40. Seksto Pompej, ali ni na njoj nije bilo plamena; na njenu vrhu nalazio se Neptunov kip. Tek oko početka naše ere na vrhovima kula pale se krijesovi, a u I st. nije bilo veće luke na Sredozemlju bez svjetionika s upaljenim krijesom.

Po imenu otoka Farosa dobile su sve svjetioničke kule grčko ime *far*, a u doba kad su Grci podigli svjetionike i na našoj obali, po faru kod Starigrada dobio je ime i otok Hvar.



Gore: kule za orijentaciju iz egipatskog i rimskog doba. Istraživanja su dokazala da do početka naše ere na njima nije bilo svjetla.

Dolje: svjetionici »Roter Sand« ukopani u pješčanom prudu pred ušćem Jade. Stara kula iz 1883, i nova iz 1964. opremljena radarima



U srednjem vijeku nekoliko se velikih svjetionika na atlantskoj obali pročulo po tome što su uz njih bile čuvene pomorske škole u kojima su se kapetani pripremali na daleka putovanja. Na glasu je bila škola uza svjetionik *Chagres* (Čagrez) koju je podigao portugalski princ *Henrik Pomorac*.

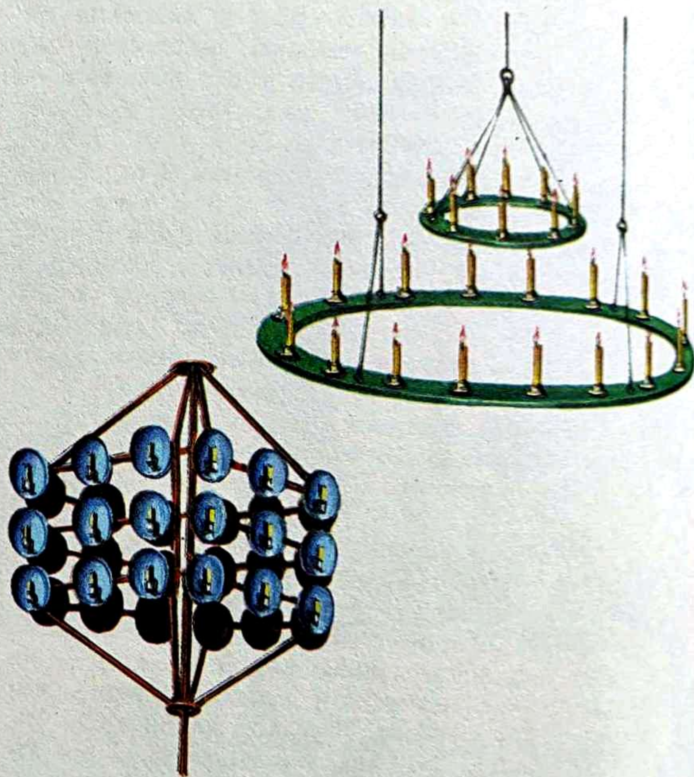
Jedna od najljepših kula sagrađena je 1611. na otočiću *Cordouanu* (Korduanu) pred ušćem rijeke Garonne (Garon) u Francuskoj. Noću se iz daleka vidio plamen na toj kuli kroz otvore između uskih stupova koji su nosili visok dimnjak.

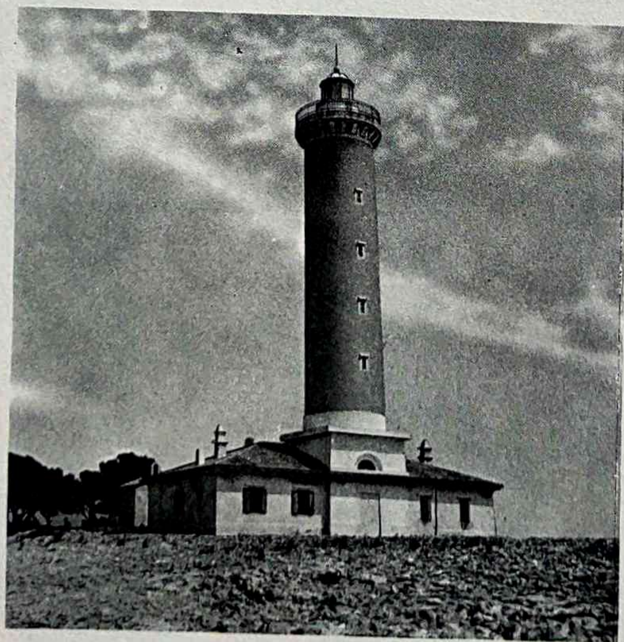
Prvu kulu na izloženu grebenu sagradio je 1806. *Robert Stevenson* (Stivenzon) na grebenu Bell u Firth of Forthu (Fert ov Fortu), 20 km daleko od kopna. Ali najčuvenija je svakako povijest svjetionika *Eddystone* (Ediston) ispred Plymoutha (Plimuta) u Engleskoj, gdje je more dosad progutalo tri kule, tek četvrta, visoka 41 m, sada prkosi valovima.

Na pješčanim prudovima, daleko ispred ušća rijeka, grade se svjetioničke kule na drugi način. Kula svjetionika *Roter Sand* sagrađena je u Bremerhavenu (Bremerhafnu) u Njemačkoj kao čelični valjak koji je na dnu svršavao zatvorenim kesonom. Tegljači su 1883. doteglili valjak do pruda pred ušćem rijeke Jade, gdje ga je trebalo podići. Tu su ga toliko nakrcali betonom da je sjeo na dno. Zatim se kroz sredinu kule jakim sisaljkama isisavao pijesak, i valjak je sve dublje propadao u pješčani prud. Pošto je utonuo u pijesak do određene dubine, ispunjen je betonom, a na njemu je sagrađena kula. Svjetlost je na njemu upaljena 1885.

Pri pregledu kule 1958. ustanovilo se da je pomični pijesak izbrusio rub kule pri morskom dnu. Kako u njoj nije bilo ni dovoljno prostorija za modernu elektronsku opremu i povećanu posadu, sagrađen je u Bremerhavenu novi čelični valjak koji je dotegljen i položen na dno 5 km zapadnije od stare kule. Ukopan je u dno isisavanjem pijeska iz sredine temelja, a kasnije je unutrašnjost, osim stepenica i tankova za vodu i naftu, ispunjena betonom.

Nakon starih krijesova na mogilama, prvi naš moderni svjetionik sagrađen je na otoku *Škrdi* 1810, a poslije njega podignut je 1812. svjetionik u *Velikom Lošinju* i 1818. na rtu *Savudriji*. Sada je naša obala izvrsno rasvijetljena sa oko 600 svjetionika te obalnih i lučkih svjetala. Jedna od najljepših kula nalazi se na otočiću Sestrica Velika u Kornatima. Kula je spojena mostom s kućom u kojoj stanuju tri svjetioničara sa svojim obiteljima.





Razvoj svjetioničkih svjetiljki. Lojanice na svjetioniku »Eddystonu« iz 1817. Četiri grupe uljnih svjetiljki sa zrcalima; pri okretanju vidjela su se četiri bljeska

Svjetionik na rtu Savudrija (Istra)

Svjetiljke. Na najstarijim svjetionicima palili su se *krijesovi* od borova drveta. Oko sredine XVI st. palio se ugljen koji je izgarao u željeznoj otvorenoj rešetki. Na kuli je bilo dizalo za dizanje ugljena i spuštanje šljake.

Oko 1770. počele su se graditi ostakljene kućice oko ložišta, ali kako su dim i čađa zamračivali stakla, uvedene su 1817. *lojenice*. Svjetionik *Eddystone* imao je svjetiljku sa 24 lojanice na dva obješena obruča, a zatim 36 svjetiljaka na ulje s polukuglastim ogledalima u 4 okvira. Kako su se okviri okretali, svjetionik je bljeskao.

Oko 1860. uvedene su *petrolejske svjetiljke* sa 6—10 koncentričnih stijenjeva, a oko 1890. zamijenjene su one svjetiljkama na rasvjetni plin s *Auerovim mrežicama*, sličnim onima koje se još danas vide u starim željezničkim vagonima. Njihov je bio nedostatak što se rasvjetni plin morao prevoziti iz plinara u teškim čeličnim bocama. Stoga su 1898. svjetiljke preuređene tako da su se u njima mogle upotrijebiti petrolejske pare, koje su i jače žarile mrežicu.

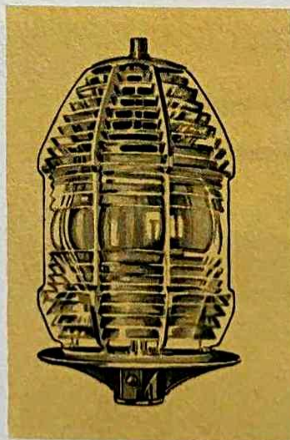
Iduće je poboljšanje učinjeno kad se uveo disudirani acetilen, koji se i danas upotrebljava na mnogim našim obalnim svjetlima. To je onaj plin koji se upotrebljavao za svjetiljke u željezničkim vagonima.

Oko 1892. veliki oceanski svjetionici dobili su električne lučnice, kakve su u upotrebi i danas, osobito za maglovita vremena, jer se svjetlost lučnica u magli bolje vidi. U najnovije vrijeme uz lučnice se postavljaju još i moderne svjetiljke s električnim žaruljama koje su ispunjene stlačenim plinom ksenonom. Te najmodernije žarulje, usavršavane za moderne kinematografske projektore, nisu veće od obične električne žarulje od 50 W, a daju svjetlost od 3 milijuna svijeća.

Svjetionici opremljeni električnim žaruljama imaju elektromagnetski uređaj s jednom žaruljom u upotrebi i tri u rezervi. Kad pregori jedna žarulja, elektromagnet ispusti polugu koja se okrene, odstrani pregorjelu žarulju, a na njezino mjesto prinese novu.

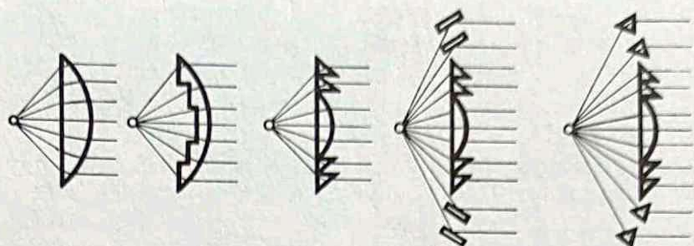


Gore: katadioptrički sistem za 4 snopa svjetlosti pri okretanju bljeska. Dolje: dioptrički sistem leća pokazuje stalno svjetlo duž obzora



Optička oprema svjetionika. Francuski fizičar *Augustin Fresnel* (Ogisten Frenel) konstruirao je 1820. prve staklene leće kojima je skupljao svjetlosne zrake što su se iz svjetiljke širile prema nebu i moru i usmjerivao ih prema obzorju.

Da bi zahvatio što više zraka, upotrijebio je visoku staklenu leću koja je s unutrašnje strane bila ravna, a s vanjske izbočena (plan-konveksna leća). Zbog optičkih zakona o lomu, leća je u sredini morala biti debela. Ali kako lom svjetlosti zavisi o plohama, a ne i o debljini stakla, Fresnel je unutrašnju ravnu plohu stepeničasto izrezao i tako je stanjio. Kako je stepeničastu leću bilo teško brusiti, Fresnel je zatim izradio svaki dio posebno. Tako su nastali tzv. *Fresnelovi prsteni*. Kad je sve unutrašnje plohe poravnao, postao je vanjski rub stepeničast, a unutrašnji rub ravan. Da bi iskoristio i one zrake što izlaze iz svjetiljke visoko uz dimnjak ili cilindar i one što se spuštaju uz podnožje svjetiljke, postavio je iznad i ispod leća još nekoliko kružnih ogledala. Kasnije je i ta ogledala zamijenio staklenim lećama.



Razvoj Fresnelovih optičkih leća za svjetiljke na svjetionicima

Ovakav sistem leća skuplja sve zrake što izlaze iz svjetiljke i usmjeruje ih prema obzorju.

Od Fresnelova presjeka staklenih leća mogu se izraditi dvije vrsti optičkih sustava. Ako se presjek okreće oko okomite osi kroz izvor svjetlosti, dobiva se tzv. *dioptrički sustav*, a ako se okreće oko optičke osi, dobiva se *katadioptrički sustav* leća.

Svjetionik usred pučine posve odvojen od svijeta



Dioptrički sustav leća usmjeruje svjetlosne zrake na sve strane obzorja. Takav je optički sustav uvijek nepomičan i upotrebljava se za stalnu svjetlost, a za bljeskove samo onda ako se pali i gasi izvor svjetlosti.

Katadioptrički sustav leća usmjeruje sve zrake svjetlosti samo u jednom snopu prema jednoj tački obzorja. Kad se ovakav sustav leća okreće, motrilac s pučine vidi bljeskove svjetlosti poslije duže ili kraće tame. Katadioptrički sustav leća na velikim oceanskim svjetionicima težak je oko 6 tona i pliva na okruglu prstenastu plovku u basenu ispunjenu živom. Time se smanjuje trenje pa se i tako težak optički aparat može okretati slabim satnim mehanizmom što ga tjera uteg koji se na čeličnu užetu spušta sredinom kule od svjetiljke do prizemlja. Svjetioničar mora svaka 2—4 sata navijati satni mehanizam dizanjem utega do vrha malim ručnim motovilom. Na manjim svjetionicima optički sustav se okreće na valjkastu ležaju.

Karakteristike svjetla. Prema jednom pomorskom sporazumu iz 1825, dva svjetla na razmaku od oko 10 nm (granica grešaka u procjeni brodskog položaja) ne smiju svijetliti jednakom svjetlošću jer ih kapetan ne bi mogao razlikovati. Stoga se svakom pomorskom svjetlu daje različita karakteristika. Jedna obalna svjetla svijetle bijelom, druga zelenom, a treća crvenom svjetlošću. Veliki svjetionici svijetle uvijek bijelom svjetlošću da se što dalje vide, a da bi se ipak međusobno razlikovali, neki bljeskaju jednim bljeskom, drugi sa dva bljeska, treći sa tri, ili u različitim grupama: jedan pa dva bljeska i opet jedan pa dva bljeska itd. Ima i takvih karakteristika da stalna svjetlost nestaje u pravilnim vremenskim razmacima jedan ili dva puta. To su *svjetla s potamnjenjem* koje nastaje tako da se oko leća okreću jedan ili dva uska zastora, koji na kraće vrijeme zamrače svjetlost.

Opskrba svjetionika. Svjetioničarska služba je vrlo naporna. Stoga su na svakoj kuli najmanje tri svjetioničara koji svjetiljku nadziru izmjenično. Kad je svjetionik na većem otoku, uz njih su i njihove obitelji, pa je osim kule tu još i stambena zgrada. Najteža je služba na kulama koje su izgrađene na grebenima o koje se cijelu zimu lome olujni valovi, jer se osamljenost najteže podnosi. Iako svaka država ima posebne brodove za opskrbu svjetionika, ipak ponekad i po nekoliko mjeseci ne može nitko prići kuli usred razbješnjela mora, pa posade oskudijevaju u hrani i u pitkoj vodi. Ima svjetionika koji se mogu opskrbljivati samo žičarom što je ovješena o nekoliko betonskih stupova i prelazi čitav labirint grebena. Moderne kule imaju na vrhu platformu na koju se može spustiti helikopter, koji je ponekad jedina moguća veza između svjetionika i kopna.

GLAVNE KARAKTERISTIKE SVJETLA


Bijelo stalno svjetlo


Crveno stalno svjetlo


Zeleno stalno svjetlo


Bijeli bljeskovi


Bijelo svjetlo s potamnjenjima


Bijelo svjetlo sa dva potamnjenja

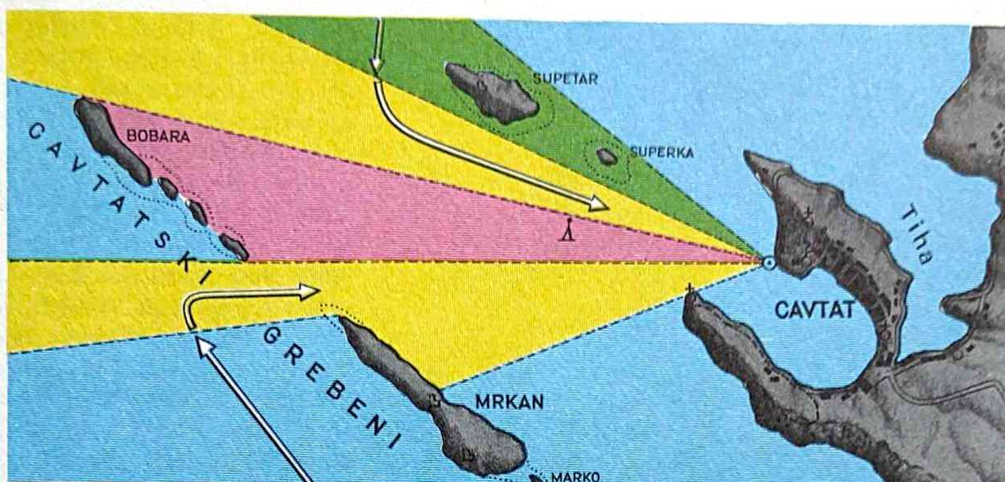

Crveni bljeskovi


Zeleni bljeskovi, po dva bljeska u grupi


Crveni bljeskovi, po tri bljeska u grupi

Obalna svjetla grade se na rtovima i grebenima zaklonjenim kanalima i tjesnacima. Ona su automatska jer su od manje plovidbene važnosti. Obično su u podnožju boce s plinom, na vrhu je svjetiljka s dioptričkom lećom za stalnu svjetlost, a bljeskovi nastaju paljenjem i gašenjem žiška. U svjetiljci neprekidno gori maleni *stalni žižak* koji održava plamen, ali svjetlost se toga žiška ne vidi. Posebni razvodnik otvara i zatvara plin onako kako treba svjetlost da bljeska. Kad razvodnik otvori dovodnu cijev, veliki žižak se upali i svjetlo zasvijetli, a kad se cijev zatvori, svjetlost se ugasi.

Sektori raznobojnog svjetioničkog svjetla olakšavaju noćnu plovidbu. Bijeli sektori pokazuju slobodne prolaze, a crveni i zeleni pokrivaju opasnosti



Obalna i lučka svjetla svijetle bijelom, crvenom i zelenom svjetlošću. Modra se svjetlost upotrebljava samo onda kada se želi da se svjetlo ne vidi daleko, npr. u ratu za tajna svjetla koja označuju prolaze kroz barikade i minska polja.

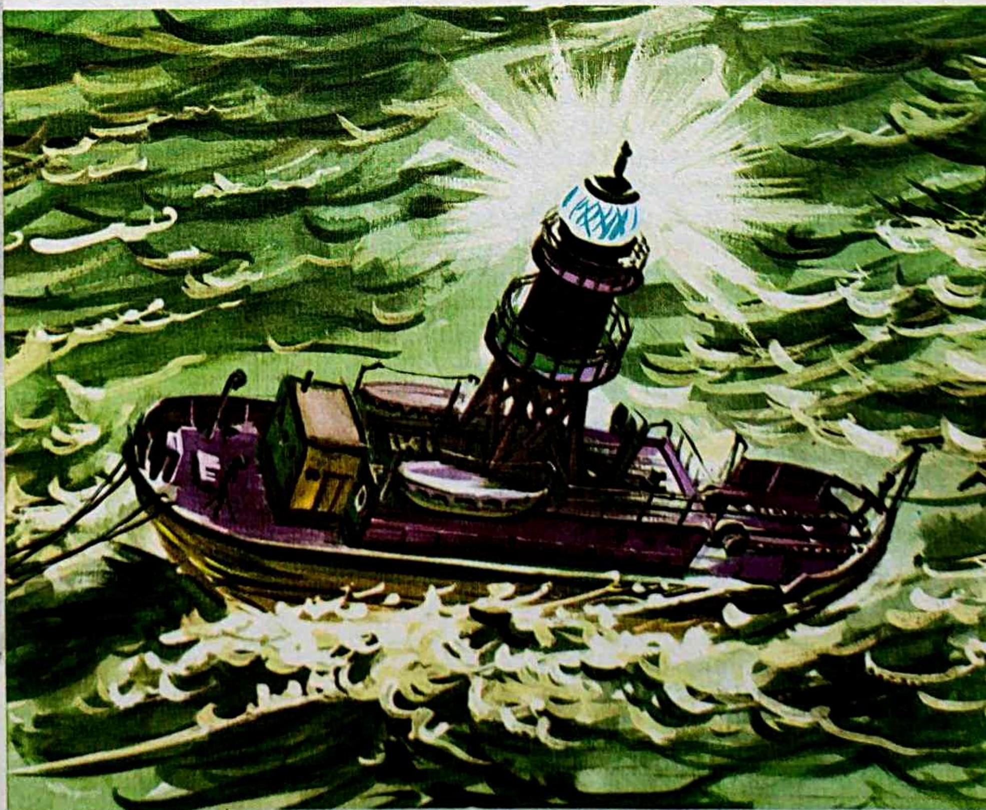
Crvena svjetlost obično je znak osamljene pličine. U tjesnacima i kanalima crvena su svjetla na lijevoj a zelena na desnoj strani obale kad se ulazi u kanale s pučine. Na rijekama su crvena svjetla na lijevoj, a zelena na desnoj obali rijeke kad se gleda niz vodu.

Pomorska svjetla ponekad svijetle u različnim smjerovima različnim bojama. To su tzv. *obojeni sektori* koji pokazuju ulaz u luku slobodan od pličina. Ima i potamnjelih sektora u kojima se svjetlost ne vidi. Važnost ovakvih sektora najbolje se može shvatiti na primjeru.

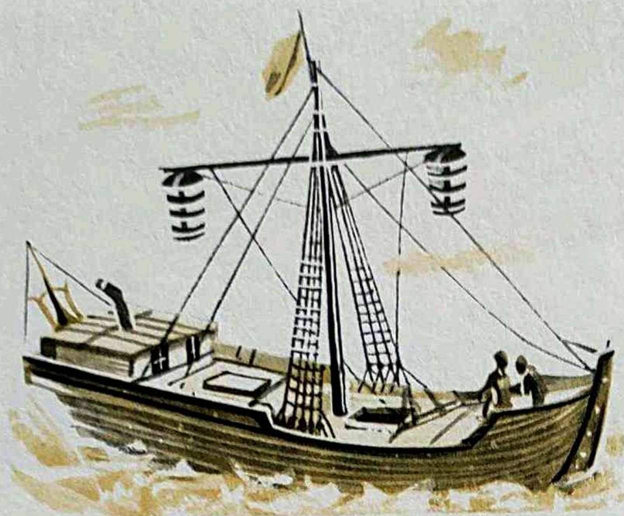
Na ulazu u cavtatsku luku nalazi se obalno svjetlo koje ima dva bijela, jedan zeleni i jedan crveni sektor. Zeleni sektor pokriva otočić Supetar i opasni greben Superku, a crveni sektor pokriva osamljenu pličinu Sustjepan. Brod koji dolazi sa sjevera, iz Mlina, mora u tamnoj noći ploviti najprije prema jugu sve dok se ne pojavi bijela svjetlost. To je u onom trenutku kad uđe u bijeli sektor obalnog svjetla. Tada mora naglo okrenuti ulijevo prema cavtatskom svjetlu kako ne bi prešao u crveni sektor i nasukao se na pličinu Sustjepan označenu kamenom piramidom.

Svjetioničke kule obično su šareno oličene da se i danju vide daleko

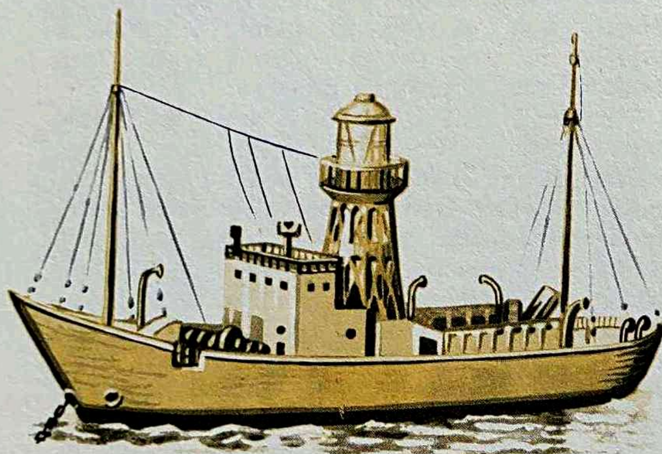




Brod svjetionik mora izdržati, usidren na pučini s upaljenim svjetlom, bijes najžešćih oluja



Brod svjetionik na ušću Temze imao je 1788. svjetiljke na ulje. Moderni brodovi imaju radar i spravu koja daje zvučne signale



Brod koji dolazi iz Boke Kotorske s jugoistoka mora ploviti paralelno s obalom sve dok ne ugleda bijelu svjetlost, ali kad je opazi, on mora okrenuti naglo udesno, prema obalnom svjetlu, da ne bi prešao u crveni sektor koji pokriva opasnu pličinu.

Danas se sve rjeđe upotrebljavaju stalna bijela svjetla da se ne bi zamijenila sa svjetiljkama ribarskih brodova ili električnim svjetiljkama na kopnu, a to bi moglo uzrokovati brodolom u mrkloj noći. U staro doba morski su razbojnici iskorištavali svjetionike s krijesovima za razbojstva i pljačke. Ugasili bi svjetionički krijes, a upalili drugi na nekom opasnom mjestu, tako da prevare kapetana. Pošto bi se brod nasukao, napali bi ga i orobili.

Automatska svjetla sama se ujutro gase, a pri zalasku sunca opet pale. Razlikuju se uglavnom tri vrsti automata koji to rade. Prvi imaju satni mehanizam sa dvije kazaljke: jedna se postavi na vrijeme za jutarnje gašenje, a druga na vrijeme za večernje paljenje, kao u budilici za buđenje. Drugi imaju foto-ćeliju koja reagira na svjetlost. Kad se razdani, svjetlost djeluje na foto-ćeliju, a ona strujom iz električne baterije zatvori plinski ventil, i glavni se žižak ugasi. Pri zalasku sunca danja svjetlost oslabi, i ventil se opet otvori. Ovakva svjetla mogu se noću prepoznati po tome što se ugase ako se osvijetle električnim reflektorom. Čim se reflektor ugasi, ona se opet upale i bljeskaju. Treća vrst automata ima termostat koji pri promjeni temperature stezanjem ili širenjem šipki otvara ili zatvara plinski ventil. Šipke su savijene u luku i smještene ispod staklene kugle, koja djeluje kao sabirna leća. Sunčana svjetlost grije šipku, koja se rasteže i zatvori plinski ventil. Kad se nebo naoblači ili zađe sunce, šipka se ohladi i stegne te otvori plinski ventil, i svjetlo se upali.

Sva tri ova uređaja otvaraju ili zatvaraju glavni plinski ventil svjetiljke. Međutim, mali stalni žižak gori dan i noć i održava plamen za paljenje plina u svjetiljci pri svakom blijesku.

Brodovi svjetionici. Na pješčanim prudovima što ih morske struje i valovi premještaju ne mogu se graditi svjetioničke kule jer bi i njih trebalo premještati poslije svake promjene. Na takvim mjestima mogu se usidriti samo brodovi svjetionici, tj. brodovi koji na sebi nose malu svjetioničku kulu sa svjetiljkom.

Prvi brod svjetionik bio je prije dva stoljeća usidren pred ušćem Temze. Bio je to drveni brodić koji je na jarbolu imao dvije svjetiljke na ulje.

Sada se brodovi svjetionici grade od čelika i nose čeličnu kulu. Sidre se debelim lancima, tako da mogu izdržati na svom mjestu i najžešće oluje. Navrh kule nalazi se ostakljena kućica, a u njoj je svjetiljka i optički sustav Fresnelovih leća koji visi na kardanskom privjesu, tako da je uspravan i onda kada se brod ljulja. *Kardanski privjes* je naziv za osobitu vješalicu na dvije međusobno okomite osovine. Brod se može ljuljati s boka na bok i posrtati s pramca na krmu, ali svjetiljka uvijek visi okomito i mirno, sa zrakama usmjerenim prema obzorju.

Neki brodovi svjetionici imaju i pogonski stroj, tako da sami mogu doploviti na svoje mjesto, ili se vratiti na nj ako ih oluja zanese. Obično nemaju pogonskog stroja, pa ih na njihovo mjesto dovlače tegljači. Na brodu su različna sredstva za signalizaciju, zatim radio-stanica, a ponekad i specijalni radar.

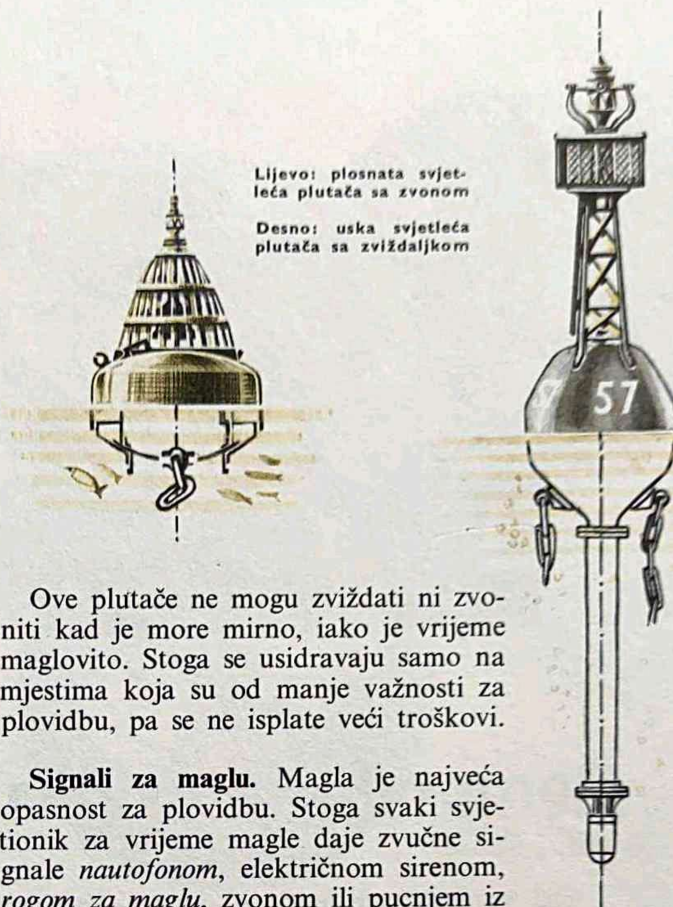
Služba na brodovima svjetionicima najteža je i najnapornija pomorska dužnost. Brod ostaje usidren na svom mjestu godinu dana bez prekida. Kad se za najžešćih oluja svi brodovi sklanjaju u luke, on ostaje pred pješčanim prudovima, sav uronjen pod krestama valova, bijesno se ljulja i posrće, trza lancima, rebra mu škripe, a trup odzvanja od muklih udara vodenih bregova.

Tako osamljenoj posadi usred olujnog bijesa, ne očekujući ni od koga ni pomoći ni olakšanja, jedina je želja da što prije prođu zimske oluje i osvanu ljepši proljetni dani. Nekoliko je takvih brodova dosad oluja otrgla od sidra, a valovi su ih progutali zajedno s posadom.

Svijetleće plutače su veliki čelični valjci koji plutaju na moru, usidreni za morsko dno, i nose svjetlo. Nepropustan čelični trup napunjen je disudiranim acetilenom. Iznad trupa je kulica i na njoj automatsko svjetlo. Neke svijetleće plutače imaju zvono ili zviždaljku.

Plutače sa zviždaljkom imaju dugo dno opterećeno olovom, tako da i na valovima plutaju uspravno, samo se dižu i spuštaju, a mnogo se ne ljuljaju. Zviždaljka je na vrhu plutače. Kroz tijelo plutače prolazi uspravna cijev koja seže 6—9 m ispod morske površine, a iznad vode je zatvorena pločom u kojoj su tri otvora sa tri ventila. Morska voda u cijevi je mirna jer je more u dubini od 6—9 m mirnije. Stoga, kad se plutača na valu diže, u cijevi voda ostaje na istoj visini, stvara se zrakoprazan prostor, pa vanjski zrak ulazi u cijev kroz dva ventila. Kad se plutača počne spuštati u dolinu vala, oba se ventila zatvore, a stlačeni zrak izlazi kroz treći ventil i tanak zrakovod u zviždaljku koja zazviždi.

Plutače sa zvonom široke su i plosnate. Stoga se na valovima jako ljuljaju. Zvono je čvrsto spojeno s rešetkastim čunjem nadgrađa i ljulja se zajedno s plutačom, pa udara u klepac koji visi uvijek okomito.



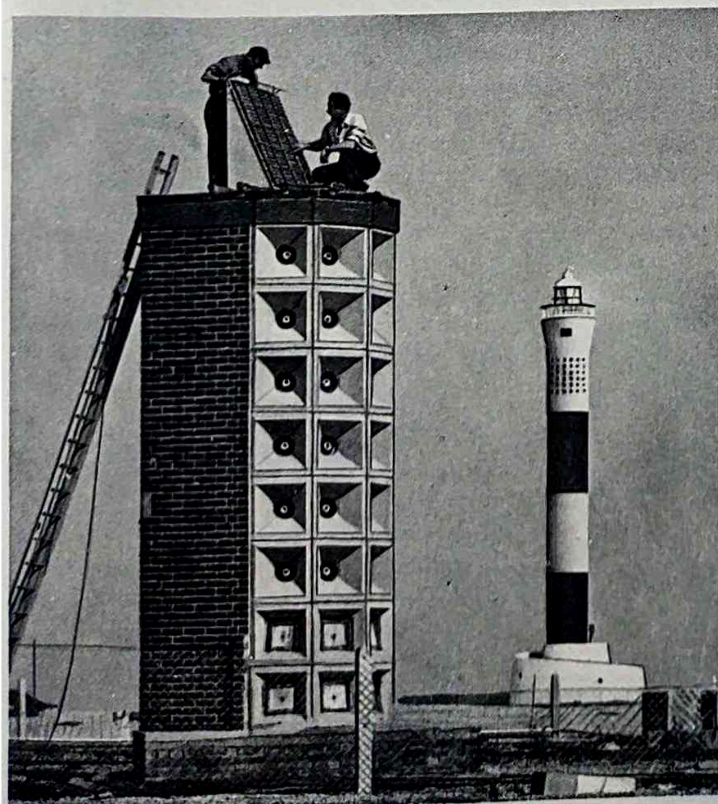
Lijevo: plosnata svjetleća plutača sa zvonom

Desno: uska svjetleća plutača sa zviždaljkom

Ove plutače ne mogu zviždati ni zvoniti kad je more mirno, iako je vrijeme maglovito. Stoga se usidravaju samo na mjestima koja su od manje važnosti za plovidbu, pa se ne isplate veći troškovi.

Signali za maglu. Magla je najveća opasnost za plovidbu. Stoga svaki svjetionik za vrijeme magle daje zvučne signale *nautofonom*, električnom sirenom, *rogom za maglu*, zvonom ili pucnjem iz topa. Da bi se svjetionici mogli i u magli uvijek razlikovati, svaki daje drukčiji *znak raspoznavanja*. Ima svjetionika koji daju radiotelegrafske znakove i istodobno pod vodom znakove *podvodnim zvonom*. Kako se elektromagnetski valovi šire brzinom svjetlosti, a podvodni signali brzinom od 1500 m u sek., iz razlike u vremenu prijema bežičnih i podvodnih signala na brodu se može odrediti daljina svjetionika. Jednom se slušalicom na brodu osluškuju radio-signali, a drugom slušalicom podvodni signali. Radio-signal čuje se na brodu u istom trenutku kad je predan, a podvodni signal se čuje to kasnije što je brod dalje od svjetionika. Da se ne bi morale brojiti sekunde, svjetionik daje poslije znaka raspoznavanja kratke bežične signale svake 1,2 sek., a to je vrijeme koje protekne dok zvuk prevali pod vodom 1 nm. Stoga je dovoljno brojiti samo bežične signale dok se ne začuje prvi podvodni signal.

Naši svjetionici nemaju ovako složenih uređaja, već samo rogove za maglu, jer na Jadranu je magla veoma rijetka pojava.



Moderan oceanski svjetionik ima na kuli ugrađena odrazna tijela za radarske valove, signalne zvučnike i rogove za maglu i teleskop koji, kad magla zastre vidik, automatski uključuje zvučne signale

Ima svjetionika koji daju istodobno radio-telegrafske i podvodne znakove. Iz razlike u vremenu prijema elektromagnetskih valova i podvodnih zvučnih znakova određuje se smjer i daljina svjetionika

SVJETIONIK PREDAJE:

BEŽIČNO:

PODVODNO:

BROD PRIMA:

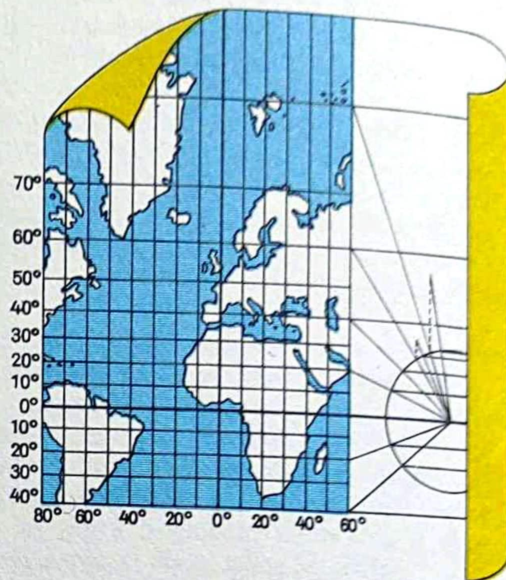
BEŽIČNO:

PODVODNO:

1 2 3 4 5



Pomorske karte crtaju se u Merkatorovoj projekciji. Sve tačke na zemaljskoj kugli projiciraju se na valjak koji omata Zemlju. Valjak dodiruje Zemlju duž ekvatora



Pomorska plovidba

Kad kapetan vodi brod, on mora neprekidno, danju i noću, misliti na dva zadatka. Prvi je gdje se brod nalazi, a drugi kamo treba upraviti da se prebrode sve opasnosti i da ga dovede u odredišnu luku. Ova se dva zadatka danas rješavaju različnim metodama *navigacije* (nautike).

Prema brodskoj opremi i načinu kako se brod vodi, razlikuju se *obalna*, *astronomska* i *elektronska* navigacija. Kada kapetan vodi brod uz obalu, tj. kada se s broda vidi kopno, onda se služi metodom obalne navigacije. Astronomska navigacija primjenjuje se na dalekoj pučini kada se brod upravlja prema Suncu Mjesecu, planetima, zvijezdama ili umjetnim satelitima. Na treći način, tj. elektronskom navigacijom, brod se upravlja uz obalu i na otvorenoj pučini ako je opremljen modernim elektronskim spravama. Prije nego se opišu ova tri načina plovidbe treba proučiti pomorsku kartu jer se na njoj rješavaju svi zadaci, na njoj se ucrtava određeni položaj i put kojim brod plovi. Treba upoznati i sprave bez kojih se ne može odrediti ni položaj broda, ni pravac kojim treba brod ploviti.

Pomorska karta je slika jednog dijela zemaljske površine smanjena u određenom mjerilu. Ona pokazuje morsku obalu, otoke i grebene, luke, prolaze, kanale, tjesnace, pličine, a od unutrašnjosti kopna obično samo onoliko koliko se vidi s broda. More je na pomorskoj karti bijelo i pokriveno gusto ispisanim brojkama. To su dubine označene u metrima. Na engleskim i američkim kartama dubine su upisane u *hvatima* (fathoms, č. fadems = 1,8 m). Ispisane dubine mornari zovu *sonde* (talij. sondare = mjeriti dubinu). Na karti su označene i sve one tačke koje se dobro vide s broda, kao npr. vrhovi brda s ispisanim visinama (kotama), zvonici, kule, a osobito svjetionici, obalna i lučka svjetla. Uza znak svakog svjetionika i svjetla upisana je karakteristika i boja svjetlosti te njezina geografska vidljivost.

Pomorske karte ponekad se nazivaju i *Merkatorove karte* po *Gerhardu Kremeru-Mercatoru* koji je 1555. u Amsterdamu izradio prvu sliku Zemlje pogodnu za pomorsku plovidbu. Osobitost je pomorske karte da prikazuje ispravno sve kutove (smjerove i kursove). Na njoj su ucrtani svi pa i najmanji grebeni u moru koji bi se na kopnenim kartama sigurno izostavili zbog sićušnosti. Greben koji proviruje samo 1 cm izvan vode jednako je opasan, pa i opasniji od velikog grebena.

Pomorske karte se crtaju u Merkatorovoj cilindričnoj projekciji. To znači da se sve tačke na zemaljskoj kugli prenose (projiciraju) na valjak (cilindar) koji dodiruje Zemlju po ekvatoru.

Os valjka paralelna je s osi Zemlje. Kad se valjak razreže po jednoj okomitoj crti i razvije, dobiva se Merkatorova karta. Ekvator se precrtava na kartu kao vodoravan pravac. Meridijani su okomiti i međusobno paralelni pravci. Stoga su i sve paralele međusobno paralelne i usporedne s ekvatorom. Ali ako bolje promotrimo kartu, opazit ćemo da su paralele na sve većem razmaku od ekvatora prema polovima.

Put kojim brod stalnim kursom plovi od jedne do druge tačke na Zemlji preslikava se na karti kao pravac koji siječe sve meridijane pod istim kutom (kursom). Put broda koji plovi stalnim kursom zove se loksodroma (grč. loksos = zavinut; dromos = put).

Loksodroma se samo na pomorskoj karti Merkatorove projekcije prikazuje kao pravac, ali ona na zemaljskoj kugli nije pravac ni najkraći put. Ako na Zemlji spojimo dvije tačke tako da spojnica siječe sve meridijane pod stalnim kutom (kursom), dobit ćemo spiralu koja se ovija oko zemaljske kugle i završava na polu.

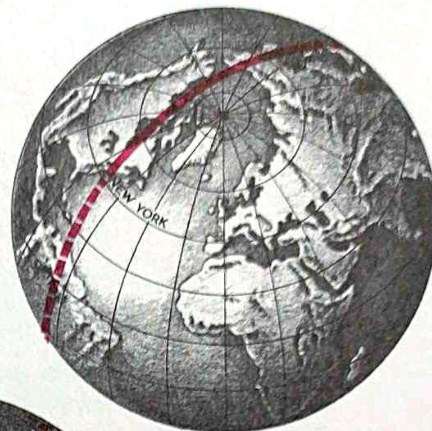
Prema tome, loksodroma je krivulja koja siječe sve meridijane pod istim kutom (kursom). Iako se na karti prikazuje kao pravac, ona nije najkraći put između dvije tačke na Zemlji. Međutim, brodovi ipak plove najčešće po loksodromama jer je takva plovidba najjednostavnija. Krmilar drži neprekidno uvijek isti kurs.

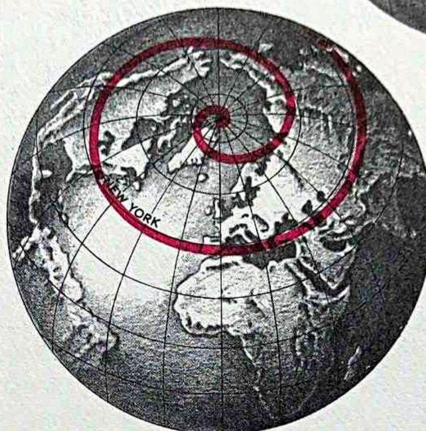
Ortodroma. Kad mora preploviti cijeli ocean, tj. kad je put veoma dug, kapetanu se ipak ne isplati ploviti loksodromom po dijelu spirale jer se na velikoj daljini zamjećuje razlika između duže loksodrome i kraće ortodrome.

Ortodromu (grč. orthos = ravan), tj. najkraći put između dvije tačke na Zemlji, najlakše ćemo odrediti na globusu ako između njih napnemo tanak konac. Ako npr. kao polaznu tačku uzmemo New York a kao dolaznu Tokyo (Tokio), i na globusu napnemo između njih konac, opazit ćemo da on prolazi preko pola. I dosta, veliki putnički avioni danas lete iz New Yorka u Tokyo najkraćim putem, ortodromom, preko pola.

Kad bi ti avioni letjeli po loksodromi, tj. stalnim kursom tako da im put siječe sve meridijane pod istim kutom, morali bi prelaziti preko Francuske, Italije, Jugoslavije, Bugarske, Sovjetskog Saveza i Kine, a već se s globusa i bez proračuna vidi da je to mnogo duži put. Put po ortodromi doista se isplati, ali nezgoda je u tom što se za putovanja mora neprekidno mijenjati kurs. Zbog toga brodovi plove na kraćim daljinama po loksodromi, tj. stalnim kursom, a na većim daljinama po ortodromi, uz promjene kursa. Razlika između loksodromske i ortodromske daljine osjeća se tek onda ako je udaljenost veća od 2000 km.

Ortodroma je najkraći put na zemaljskoj kugli. Dio je glavnog kruga i na njoj se mijenja kurs



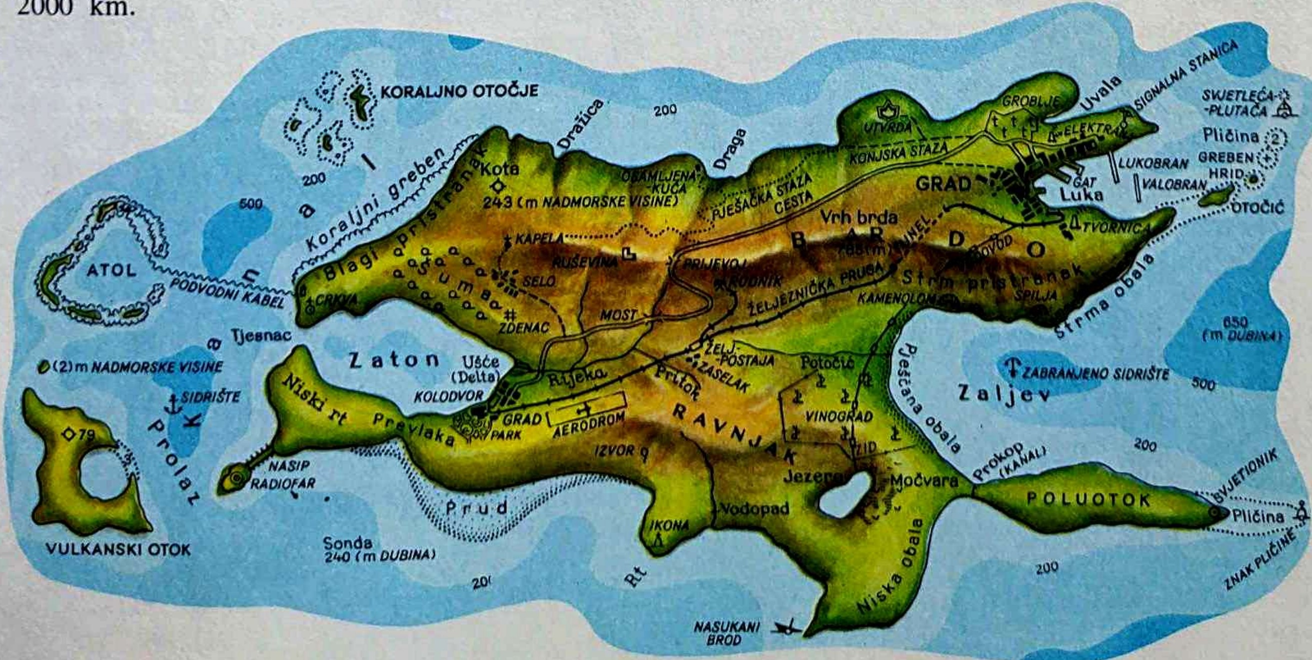


Loksodroma je spirala i nije najkraći put. Brod plovi po njoj ako drži neprekidno stalan kurs

Znakovi i kratice na pomorskim kartama. Na pomorskoj karti nacrtana je u tlocrtu obalna crta kopna, otoka i poluotoka. Označeni su zaljevi, uvale, kanali, prolazi, rtovi, zatim gradovi, sela, zaseoci, pa brda i planine, a uz njih su upisana i njihova imena. Sve ostalo prikazuje se samo znakovima jer bi s odviše natpisa karta bila pretrpana, nečitka i nepregledna. Pomorcu treba istaknuti samo ono što je važno za određivanje položaja i za sigurnu plovidbu. Najtačnije su prikazane sve podvodne opasnosti i upisane dubine, s kraticama koje daju podatke o vrsti morskog dna.

Oblici tla na kopnu prikazuju se *izohipsama* (grč. isos = jednak, hypsos = visina). To su krive linije što spajaju sve tačke jednake nadmorske visine. Na pomorskim kartama najniža

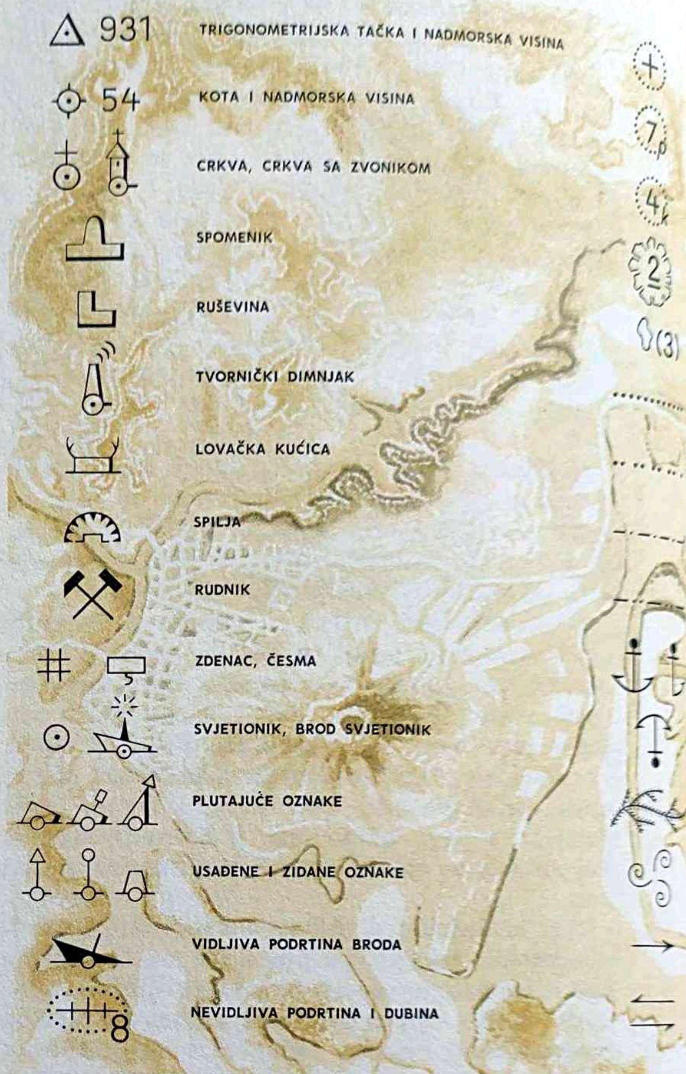
Osnovni geografski pojmovi prikazani na karti u krupnijem mjerilu



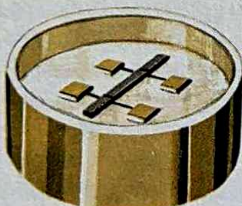
izohipsa spaja obično tačke koje su na 100 m nadmorske visine. Kad bi se morska razina podigla za 100 m, ta bi izohipsa prikazivala novu obalnu liniju. Iduća izohipsa spaja sve tačke na nadmorskoj visini od 200 m. Treća izohipsa označava visinu od 300 m itd. Prema tome, razmak izohipsa označava najčešće visinsku razliku od 100 m, ali može označavati i veće razlike (200 ili 500 m).

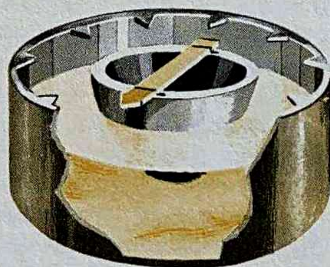
S više izohipsa koje se pružaju od obale do vrha najviše planine prikazuje se i oblik tla. Na mjestima gdje su izohipse blizu jedna do druge, tlo je strmo, a gdje su one razmaknutije, tlo je položitije i ravnije. (V. kartu na str. 130.)

Na sličan način prikazuje se i oblik morskog dna linijama koje se zovu *izobate* (grč. isos = jednak, bathos = dubina). One spajaju sve tačke na morskom dnu što se nalaze na jednakoj dubini. Na svim kartama obično se crtaju izobate koje označuju dubinsku razliku od 1 m, 5 m i 10 m, a u većim dubinama upisuju se samo sonde (izmjerene dubine označene brojkama). Važniji objekti na kopnu i u moru, vidljive građevine i neke opomene označuju se ugovorenim znakovima.



Kalamita, prvi kompas na Sredozemnom moru





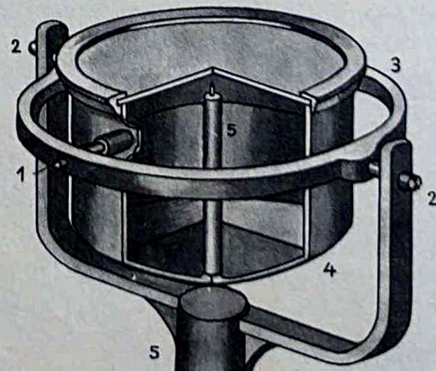
Marineta, prvi kompas na našim jedrenjacima

Kompas je sprava koja pokazuje smjer prema sjeveru i služi za određivanje strana svijeta, smjerova i kursova. Izumjeli su ga Kinezi prije 5000 godina. Oni su već tada znali da magnetizirana željezna šipka okreće jedan svoj kraj prema jugu a drugi prema sjeveru. Kinezima je temeljni smjer bio jug. Oni su željezne šipke magnetizirali trljajući ih *magnezitom*. To je u ono doba bio *»čudotvorni kamen«* modrikaste boje, koji se kasnije otpremao i u Evropu.

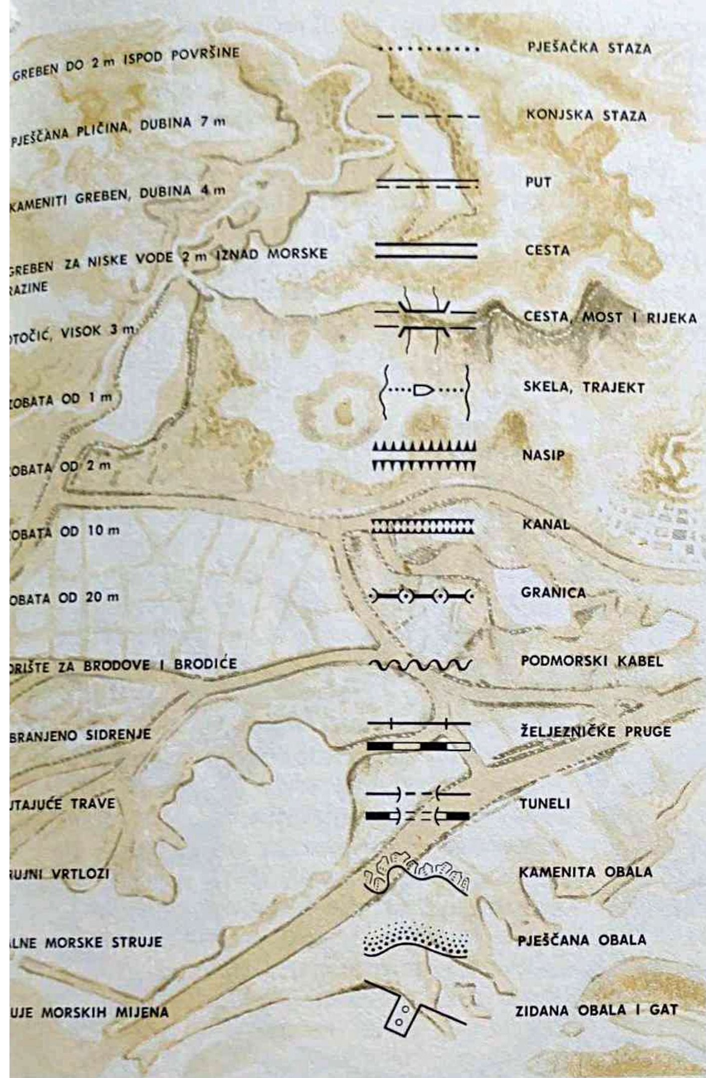
U Evropi se nekoliko stoljeća prije početka naše ere znalo da magnet privlači željezo. Legenda kaže da riječ magnet dolazi od imena grada *Magnesia* (Magnezija) u Maloj Aziji, gdje je u staro doba bilo nalazište *magnezita*, željezne rude, koja ima privlačna svojstva. Druga legenda priča o nekom pastiru *Magnusu* s Krete, koji je imao okovane cipele i jednoga dana zastao na kamenu privučen magnetskom željeznom rudom.

Magnetski kompas donijeli su na Sredozemlje arapski pomorci. Prvi talijanski kompasi imali su magnetsku šipku koja je plivala na vodi u kotliću podržavana sa četiri komadića pluta.

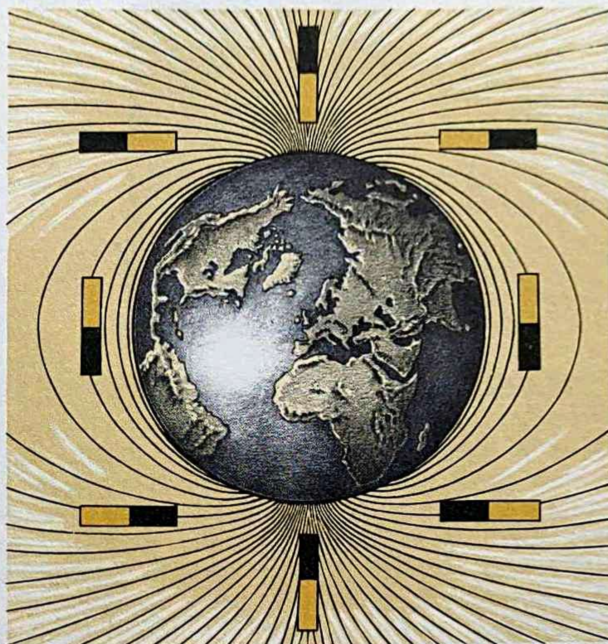
U XII st. upotrebljavala se kod nas *marineta*, kompas sastavljen od magnetske šipke na plovku koji je plivao u kotlu kojemu je rub imao 32 zupca. Ti su zupci pokazivali 32 strane obzorja jer se čitav krug obzora dijelio u 32 dijela (32 *zrake*).



Brodski kompas na kardanskom privjesu: 1. uzdužna osovina, 2. poprečna osovina, 3. kardanski obruč, 4. kompasni kotao, 5. stalak



Zemlje. Stoga se i druga magnetska tijela na Zemlji ravnaju prema golemom magnetu-Zemlji. Gilbert je razjasnio zašto igla na vodi u posudi ne otplovi k sjevernoj strani posude. Na iglu djeluju dvije suprotne sile: k sjevernoj strani posude vuče sjeverni kraj igle jedan magnetski pol Zemlje, a k južnoj strani posude vuče južni kraj igle drugi magnetski pol Zemlje, a ove su dvije privlačne sile u ravnoteži.



Magnetsko polje Zemlje u blizini ekvatora ima vodoravan smjer, slobodno obješena magnetska igla visi vodoravno, usmjerena sila magnetske igle je najjača, a kompas najpouzdaniji. Na srednjoj geografskoj širini magnetsko polje je koso, igla visi nagnuta pod kutom od 45°, a usmjerna sila kompasne igle je slabija. Na magnetskim polovima polje je vertikalno, a brodski kompas neupotrebljiv

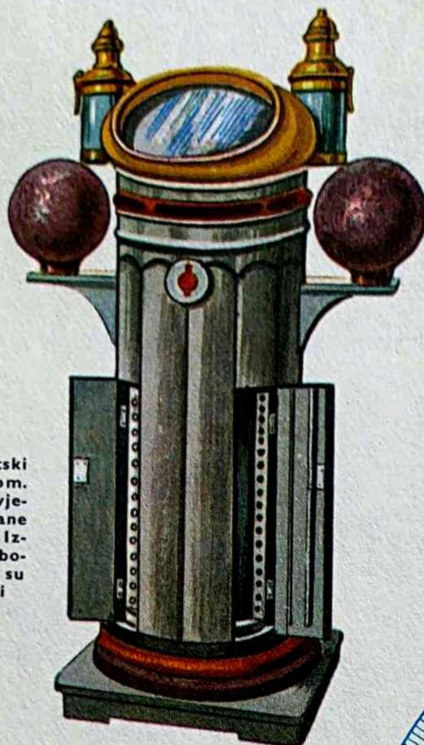
Francuz *Pierre de Mericourt* (Pjer de Merikur) namjestio je iglu na željezni stupić i smjestio je u zatvorenu kutiju koja je na dnu imala naslikanu vjetrulju, a od vjetra i kiše bila je zaštićena prstaklenim poklopcem. Takva je kutija bila pričvršćena u brodskoj krmilarnici, pa se valjala i ljuljala zajedno s brodom. Stoga je igla bila tako nemirna da se jedva mogla upotrijebiti za određivanje smjera.

Potkraj srednjega vijeka kapetani su se dosjetili da kutiju objese na dvije međusobno okomite osovine, na tzv. *kardanski privjes*. Otad je kompasni kotao visio vodoravno unatoč ljuljanju i posrtanju broda.

U staro doba se mislilo da magnetsku iglu privlači onaj dio neba koji je blizu zvijezde Sjevernjače. Tek u XVI st. počelo se ozbiljnije istraživati zašto se jedan kraj igle okreće prema sjeveru. Prve temelje znanja o magnetizmu postavio je 1600. liječnik *William Gilbert* (Viljem Džilbert). On je razjasnio da je Zemlja velik magnet s polovima u dvjema tačkama koje je on nazvao *magnetski polovi*. Te se tačke nalaze blizu sjevernoga i južnoga *geografskog pola*

Kasnije su pomorci ustanovili da magnetska igla ne pokazuje tačno sjever, nego ponešto desno ili lijevo od Sjevernjače, i po tome su zaključili da se magnetski polovi Zemlje ne poklapaju posve tačno s geografskim polovima. Razlika između pravog sjevera i magnetskog sjevera što ga pokazuje igla naziva se *magnetska deklinacija*.

Mehaničar *W. Norman* (Normen), koji je izrađivao kompase, opazio je da se igle, koje bi dovršio i uravnotežio, nakon trljanja magnezitom uvijek nagnu sjevernim krajem prema dolje. Zbog toga im je morao stavljati s južnog kraja malo voska da ih opet uravnoteži. Tako je on otkrio nagib magnetske igle prema vodoravnoj ravnini koji se zove *magnetska inklinacija*. Tek kad je Gilbert otkrio da je Zemlja magnet, razjašnjena je i magnetska inklinacija. Ona je na ekvatoru ravna ništici, a na magnetskim polovima iznosi 90°, jer je magnetska igla na ekvatoru vodoravna, a na polovima okomita — onako kako su usmjerene magnetske silnice Zemljinog magnetizma.



Brodski magnetski kompas sa stalkom. Gore kapa sa svjetiljkama. Sa strane željezne kugle. Između njih nagibomjer. U stalku su magnetski štapići

Moderni magnetski kompasi sastavljeni su od *vjetrulje*, koja je pričvršćena o okrugli plovak, i od dvije magnetske igle zatvorene u dvjema metalnim cjevčicama. Vjetrulja i cjevčice s iglama plutaju s plovkom u kotlu napunjenom alkoholom tako da se mogu slobodno okretati oko uspravnog stupića. Nasred prednje unutrašnje strane kotla namještena je jedna uspravna kazaljka koja pokazuje smjer brodskog pramca, stoga se i zove *pramčanica*.

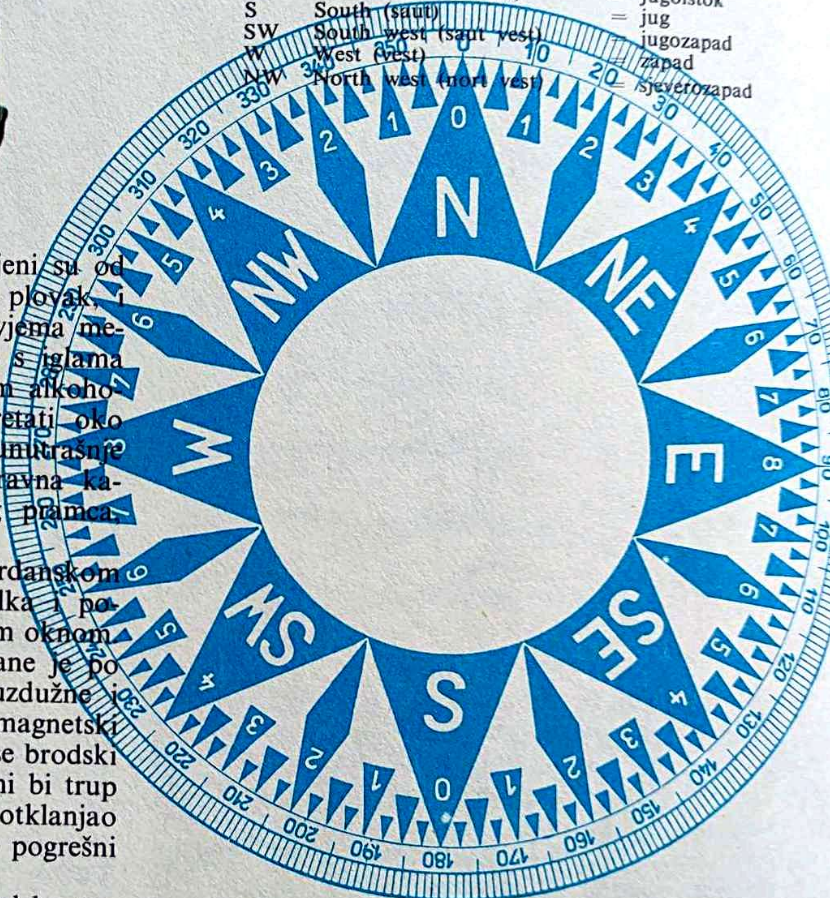
Čitav kompasni kotao visi na kardanskom privjesu navrh drvena ili metalna stalka i pokriven je mjedenom kapom s ostakljenim oknom.

Na kompasnom stalku sa svake strane je po jedna željezna kugla, a pri dnu su uzdužne i poprečne rupice u koje se umeću magnetski štapići. Kuglama i štapićima poništava se brodski magnetizam. Kad ne bi njih bilo, čelični bi trup broda, koji je i sam velik magnet, otklanjao magnetske igle, i kompas bi pokazivao pogrešni smjer.

Kompasni stalak pričvršćen je za brodsku palubu, pa kad se brod okreće, s njim se okreće i stalak i kotao. Međutim, vjetrulja se s magnetskim iglama i plovkom ne okreće, nego ostaje neprekidno usmjerena prema sjeveru. Kad se želi vidjeti kamo brod plovi, treba očitati koji stupanj na vjetrulji pokazuje pramčanica.

Vjetrulja je izrađena od tinjca i na njoj je naslikana razdjelba na stupnjeve, zrake i vjetrove. Čitav krug podijeljen je uz rub na 360 stupnjeva, a bliže središtu na 32 zrake (po 11,25°) i 8 vjetrova. Vjetrovi su obično označeni međunarodnim (engleskim) kraticama:

N	North (nort)	= sjever
NE	North east (nort ist)	= sjeveroistok
E	East (ist)	= istok
SE	South east (saut ist)	= jugoistok
S	South (saut)	= jug
SW	South west (saut vest)	= jugozapad
W	West (vest)	= zapad
NW	North west (nort vest)	= sjeverozapad



Giro-kompas. Najmoderniji kompasi na velikim putničkim i ratnim brodovima nemaju magnetske igle nego *zvrk* koji se naziva i *giro* (od grč. gyros, č. giros = okrugao).

Obični je zvrk poznata igračka: poteža kugla kroz koju je provučena osovina oko koje se vrti. Kad miruje, kugla leži na podu, ali kad se snažno zavrti, uzdigne se i stoji na uspravnoj osovini. Ako prstom potisnemo gornji kraj osovine, zvrk će se samo malo premjestiti, ali osovina će i dalje ostati uspravna. Taj nam pokus pokazuje da zvrk, koji se vrti velikom brzinom, zadržava svoj položaj i onda kad ga pomičemo.



Brodski magnetski kompas, ispunjen alkoholom, na kardanskom elastičnom privjesu za motorne brodove. U sredini plovak s vjetruljom od prozirne plastične mase. Ispod nje 2 cjevčice s 8 magnetskih igala. Kazaljka pramčanica pokazuje smjer pramca broda



Zvrk, dječja igračka

Ako zvrk izradimo od čvrsta čelika u obliku kotura i umetnemo ga u obruče kardanskog privjesa, dobivamo tzv. *slobodni zvrk*, koji se može pokretati u svim smjerovima oko 3 osovine. Ali ako se zvrk vrti velikom brzinom oko svoje osovine vrtnje, on će zadržati položaj u kom smo ga zavrtjeli, bez obzira kako okrećemo obruče kardana.

Potisnemo li prednji kraj osovine vrtnje lako prema dolje, osovina će i dalje ostati vodoravna, ali će se pomaknuti malo u stranu, i to okomito na pravac pritiska u smjeru vrtnje. Taj nam pokus daje drugo pravilo: pod pritiskom na jedan kraj osovine zvrk ne popušta pritisku, nego skreće okomito na pravac toga pritiska, tj. za 90° u stranu u smjeru vrtnje.

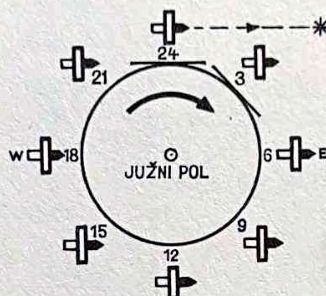
Takvo se skretanje zvrka u stranu zove *precesija* (od lat. praecedere, č. precedere = preteći). Precesija traje tako dugo dok djeluje vanjska sila na osovinu. Kada ta sila prestane djelovati, osovina zvrka ostane u onom položaju u kom se zatekla i ne vraća se natrag u pređašnji položaj.

Pomislimo da slobodan zvrk lebdi vodoravno u kugli u prostoru iznad zemaljskog ekvatora, okrenut osovinom vrtnje prema nekoj zvijezdi u smjeru istok-zapad. Kako se Zemlja ispod kugle okreće, istočni se kraj osovine neprekidno uzdiže jer zvrk zadržava svoj položaj u prostoru.



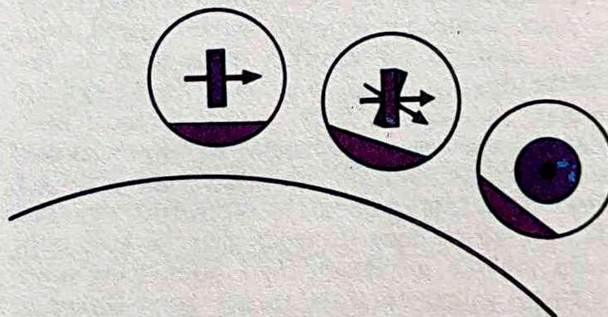
Slobodni zvrk može se okretati u svim smjerovima oko tri osovine. Ako se jedan kraj vodoravne osovine potisne nadolje, zvrk skrene

Poslije 6 sati osovina već stoji okomito na površinu Zemlje, poslije 12 sati opet je usporedna s površinom, a poslije 18 sati je okomita, ali s drugim krajem prema dolje itd. Osovina zvrka vratit će se u početni položaj tačno poslije 24 sata zvjezdanog vremena. Unatoč vrtnji Zemlje, osovina zvrka uvijek je bila usmjerena prema istoj zvijezdi. Takav se slobodni zvrk zove zvrk *držač smjera* jer je on uvijek usmjeren u onom smjeru u kojem je upućen.



Slobodni zvrk u prostoru iznad ekvatora i okrenut u smjeru istok-zapad ostaje neprekidno usmjeren u tom smjeru bez obzira na vrtnju Zemlje oko osi

Zvrk-kompas u kugli, koja je opterećena utegom s donje strane, okreće se zbog sile teže iz ma kog smjera uvijek u smjer sjever-jug



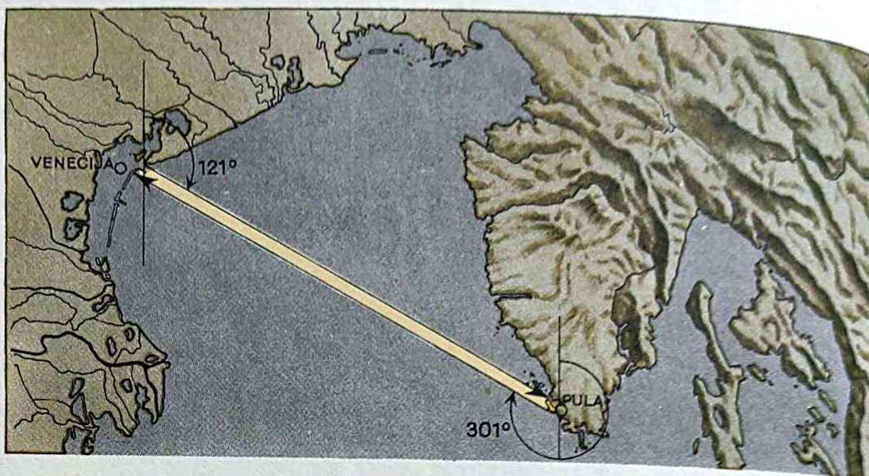
Ako dno kugle opteretimo, balast je sili da se polagano okreće tako da joj je donji opterećeni kraj uvijek okrenut prema Zemlji jer ga u taj smjer nagiba privlačna sila Zemlje, sila teža. Balast će s kuglom nagibati i osovinu zvrka, tj. potiskivat će istočni kraj osovine prema dolje, a zapadni kraj prema gore. Prema drugom pravilu zvrka, on će pod pritiskom na krajeve osovine skrenuti za 90° u stranu, tj. iz smjera istok-zapad u smjer sjever-jug, i zaustavit će se u tom pravcu, a osovina će mu ostati trajno paralelna s osovinom Zemlje. Zvrk opterećen balastom, tako da skreće prema polu i ostaje u smjeru sjever-jug, naziva se *zvrk-kompas* ili *giro-kompas*. Prema tome, giro-kompas pokazuje uvijek pravac sjever-jug kao magnetska igla i može se iskoristiti da okreće vjetrulju i da posluži umjesto magnetskog kompasa na brodu.

Prednost je giro-kompasa da mu je sila koja ga zakreće prema sjeveru mnogo jača od slabe usmjerne sile magnetske igle, a budući da giro-kompas ne zavisi o magnetizmu, na njega ne djeluje ni brodski magnetizam, pa on pokazuje jednako tačne smjerove na željeznu kao i na



Automatsko krmilo. Kompasni ponavljač sam održava brod u kursu kad i nema krmilara

Kurs se mjeri kutomjerom na pomorskoj karti. Npr. kurs za plovidbu iz Pule u Veneciju iznosi 301°, a za plovidbu u obratnom smjeru 121°



drvenu brodu pa i u unutrašnjosti podmornice, gdje se magnetski kompas ne može upotrijebiti zbog magnetske sjene u zatvorenu čeličnu trupu.

Giro-kompas je smješten u utrobi usred broda gdje je zaštićen od vanjskih utjecaja, a na ratnim brodovima i od pogodaka neprijateljskih granata. Iz njega se svaki pomak prenosi električnim kabelima i spravama na zapovjednički most, u krmilarnicu, navigacijsku kabinu i u sve druge prostorije gdje je to potrebno. Na tim mjestima postavljene su samo vjetrulje koje oponašaju gibanje giro-kompasa i ponavljaju smjer što ga on pokazuje. Zato se one zovu *kompasni ponavljači* ili *kompasne kćerke*, a glavni se giro-kompas u utrobi naziva *kompas-matica.*

Magnetski kompas i giro-kompas upotrebljavaju se na brodu za dvije svrhe: za smjeranje istaknutih tačaka, svjetionika i obalnih svjetala na kopnu prema kojima se određuje položaj broda, a uz to i za plovidbu u određenom kursu.

Kurs je pravac kojim brod plovi. Tačnije rečeno, to je kut što ga zatvara taj pravac s geografskim meridijanom. Kurs se broji od sjevera preko istoka, juga i zapada do sjevera, od 0 do 360 stupnjeva. Brod koji plovi prema sjeveru ima usmjeren pramac u kursu 0°, a onaj koji plovi prema istoku drži kurs 90°. Ako se želi skrenuti k jugu, treba okrenuti u kurs 180° itd.

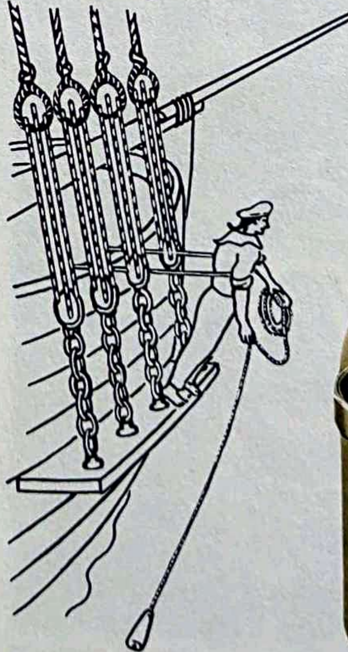
Kurs se određuje prema pomorskoj karti. Treba samo spojiti polaznu tačku s dolaznom i izmjeriti kut što ga ta spojnica zatvara s meridijanom. Tako npr. iz Venecije u Pulu treba ploviti kursom od 121°. Na povratku iz Pule brod će doći u Veneciju ako drži kurs od 301°.

Da bi se olakšalo mjerenje kutova, na svakoj pomorskoj karti odštampano je nekoliko vjetrulja s podjelom na stupnjeve.

Dubinomjer. U staro doba dubine su se mjerile olovnicom koja se i danas upotrebljava na manjim brodovima. *Olovnica* je konop dug 20—50 m s olovnim utegom na jednom kraju. Konop je podijeljen na metre.

Olovni uteg ima u svom dnu rupu u koju se utisne loj. Kad se uteg nakon mjerenja izvadi iz mora, može se po tragovima u loju ustanoviti da li je na dnu kamen, pijesak ili mulj.

Ovakvom se olovnicom ne mogu mjeriti velike dubine. Uteg bi morao biti vrlo težak da bi sigurno i brzo povukao konop do dubokoga morskog dna, a za težak uteg morao bi i konop biti vrlo debeo. Međutim, za deblji konop treba još teži uteg itd.



Mjerenje morske dubine olovnicom

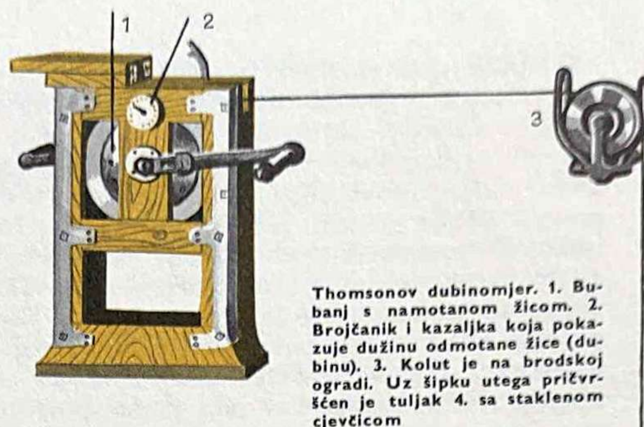
Matični giro-kompas pokazuje kurs broda. Iz njega se svaki pomak vjetrulje prenosi u kompasne kćerke



Poslije 1870. upotrebljavala se za mjerenje većih dubina klavirska čelična žica namotana na bubnju. Na kraju joj je bio pričvršćen uteg. Pri mjerenju dubine žica se odmatala s bubnja, a jedna je kazaljka pokazivala dužinu odmotane žice, tj. dubinu mora. Za takvo mjerenje dubine brod se morao zaustaviti.

Dubinomjer sa žicom, kojom se mjere dubine a da se brod ne mora zaustaviti, izumio je *William Thomson*. On je na vrlo tanku žicu objesio težak željezni uteg, a uza nj pričvrstio mjedenu cijev u koju je umetnuta duga staklena cjevčica. Ovom se cjevčicom mjeri tlak morske vode na morskom dnu. Stoga je ona na donjem kraju otvorena, a na gornjem zatvorena. Pri mjerenju dubine voda tlači zrak u cjevčici i prodire to dublje u nju što je tlak veći. Visina do koje je prodrla voda u cjevčicu prepoznaje se po promjeni boje unutrašnje stijenke koja je premazana osobitom kemijskom smjesom. Pri mjerenju brod može voziti umjerenom brzinom jer žica ne mora tonuti okomito; može se vući i koso. Glavno je da uteg potone do dna, a to se uvijek osjeti jer žica naglo olabavi.

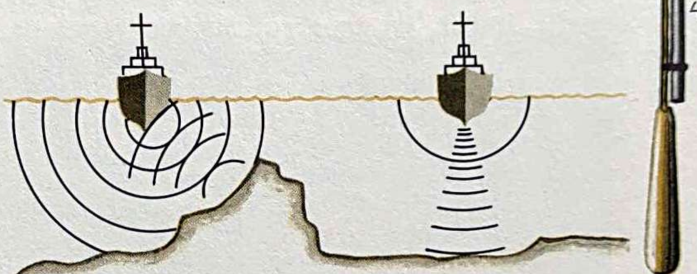
Iako je ovakvo mjerenje dosta tačno pa i prilično brzo, brod ipak preplovi dosta puta dok se žica izvuče iz vode, dok se otvori mjedena cijev, izvadi staklena cjevčica i izmjeri na posebnom štapiću kolika je dubina prema dužini kemijske smjese koja je promijenila boju. Mjesto gdje je dubina izmjerena ostalo je već daleko iza krme, pa ako se brod približava nevidljivoj plićini, opasnost bi se zamijetila prekasno.



Thomsonov dubinomjer. 1. Bubanj s namotanom žicom. 2. Brojčanik i kazaljka koja pokazuje dužinu odmotane žice (dubinu). 3. Kolut je na brodskoj ogradi. Uz šipku utega pričvršćen je tuljak 4. sa staklenom cjevčicom

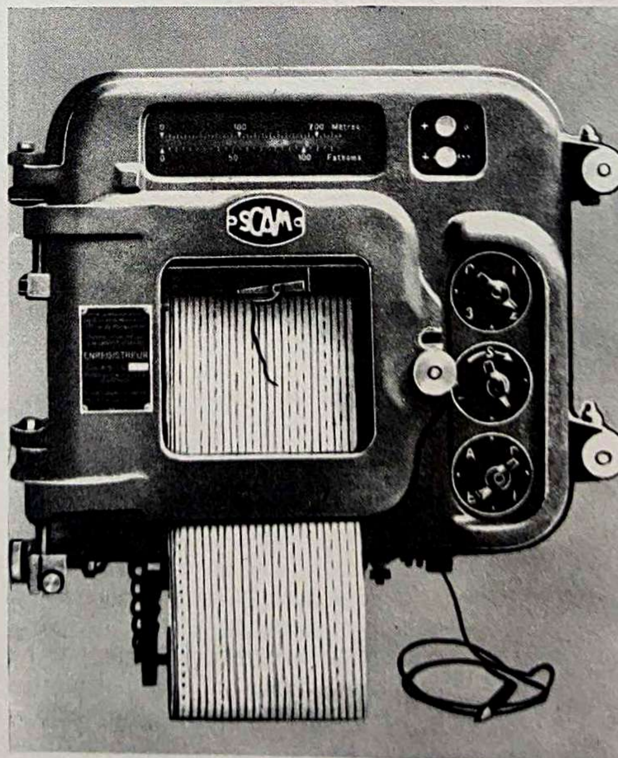
Ultrazvučni dubinomjer. Moderni brodovi mjere morske dubine ultrazvukom. Iz brodskoga dna odašilje se kratak ultrazvučni signal u snopu koji se širi pod kutom od oko 40° prema morskom dnu.

Valovi ultrazvuka od oko 16 000 titraja u sek. šire se kroz vodu brzinom od 1500 m u sek. Pošto udare o morsko dno, odraze se i vraćaju se natrag kao valovi jeke. Kad se vrate do brodskog dna, valovi jeke udare o podvodnu membranu dubinomjera, pretvore se u električne titraje i u električni signal i zabilježe trenutak kada su se vratili. Prema vremenu što proteče od trenutka kad je s broda odaslan ultrazvučni signal k morskom dnu do trenutka kad se vratila jeka, može se izračunati dubina. Da bi se izmjerila morska dubina od 1500 m treba 2 sek. U prvoj sekundi ultrazvuk se širi od broda do dna, a u drugoj sekundi natrag od dna do broda. Da bi se izmjerila dubina od 150 m, treba da proteče vrijeme od 0,2 sek, a mjerenje dubine od 15 m traje 0,02 sek. Vrijeme od samo 0,002 sek., potrebno da se izmjeri dubina od 1,5 m, ne može se izmjeriti nikakvim brodskim satom. Stoga dubinomjerski pokazivač (indikator) zapravo i ne pokazuje vrijeme, nego bilježi samo trenutak kada je odaslan ultrazvučni signal i trenutak kada se vratila jeka. Pokazivača ima više vrsti, ali najprikladniji su oni koji ucrtavaju profil morskog dna.



Zvučni se valovi šire u koncentričnim kuglama na sve strane od izvora, stoga nisu pogodni za mjerenje morskih dubina jer se jeka vraća od najbližih grebena. Ultrazvučni valovi mogu se usmjeriti u uskom snopu prema morskom dnu, pa su i izmjerene dubine tačne

Pokazivač ultrazvučnog dubinomjera za male dubine (do 250 m)



Pomislimo da se pero, napunjeno crnilom i pričvršćeno o kotvicu *oscilografa* koji bilježi titraje (oscilacije) ultrazvuka, pomiče zajedno s čitavim oscilografom velikom brzinom odozgo prema dolje ispred duge trake papira i vraća se opet natrag odozdo prema gore iza papirne trake. U trenutku kad se odašalje signal ultrazvuka, signal uzbudi i elektromagnete u oscilografu, oni pomaknu pero, a ono ucrta na vrhu papirne trake kratak zarez. Dok se ultrazvučni valovi šire prema morskom dnu, odrazuju od njega i vraćaju natrag kao jeka prema površini, pero se neprekidno spušta prema dolje. U trenutku kad naiđu valovi jeke do membrane dubinomjera i pretvore se u električne titraje, elektromagneti opet pomaknu pero, a ono ucrta na papiru drugi zarez ispod prvoga. Razmak između ta dva zareza pokazuje dubinu.

Kako se signali odašiljaju uvijek u jednakim razmacima (kad pero prijeđe preko gornjeg ruba papirne trake), svi su gornji upisani zarezi na istoj visini, a kako se papirna traka polagano pomiče slijeva udesno, zarezi poredani jedan uz drugi pokazuju morsku površinu. Donji su zarezi bliže gornjima kad je dubina manja, a dalje su od njih kad je dubina veća. Prema tome, zarezi na pomičnom papiru poređani jedni uz druge crtaju profil morskoga dna.

Kako se ultrazvučni valovi ne odrazuju samo od morskog dna nego i od drugih predmeta u moru, oni pokazuju plove riba i jata morskih životinja, pa su vrlo korisni u ribarstvu. Spravama koje naliče dubinomjerima ribari traže riblje plove, a kad ih pronađu, prate ih i opkoljuju mrežama.

Brzinu su mjerila tri mornara: jedan je držao valjak tako da se uzica slobodno odmatala, drugi je mjerio proteklo vrijeme, a treći je motrio kako mu kroz prste protječe uzica na kojoj su bili vezani čvorovi. Vrijeme se mjerilo pješčanim satom koji je imao oblik dvostrukog čunja sa zajedničkim vrhom. U vrhu je bila rupica koja je spajala unutrašnjost jednog čunja s unutrašnjošću drugoga. Jedan je čunj bio ispunjen pijeskom, a drugi je bio prazan. Kad bi se pješčani sat prekrenuo tako da puni čunj bude gore a prazni dolje, pijesak se presipavao kroz rupicu iz gornjeg čunja u donji. Presipavanje je trajalo tačno 30 sek.

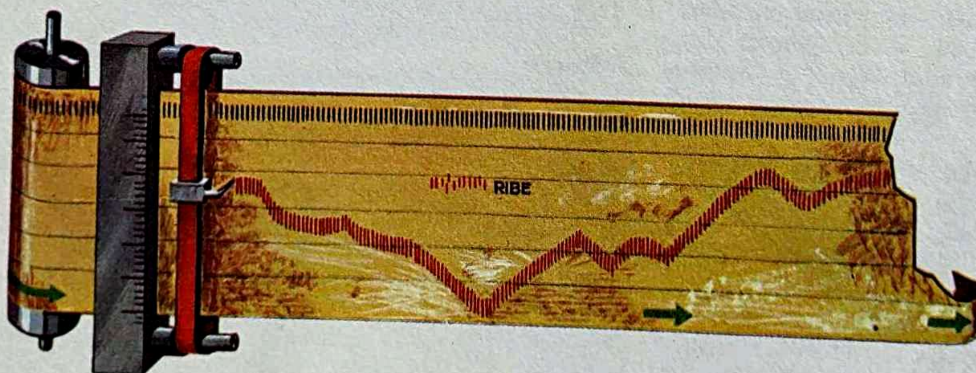
Budući da je vrijeme od 30 sek. sto i dvadeseti dio sata, trebalo je i čvorove na uzici vezati na razmacima od sto i dvadesetog dijela nautičke milje. Ali kako se daščica ipak malo pomicala jer ju je povlačila uzica, čvorovi su bili vezani na



Daščica brzinomjera s konopom podijeljenim na čvorove



Pješčani sat

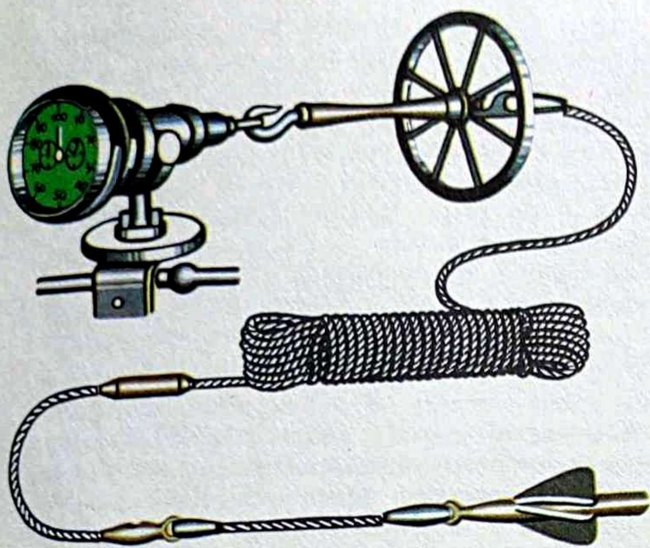


Oscilograf i vrpca ultrazvučnog dubinomjera. Pero ucrtava uz gornji rub vrpce morsku površinu (trenutak odašiljanja ultrazvučnog impulsa), a ispod toga ucrtava morsko dno (trenutak povratka jeke). U sredini je nekoliko crtica, a to je jeka odražena s plove riba

Brzinomjer je sprava za mjerenje brzine broda. U staro doba brzina se mjerila daščicom koja se ispuštala na tankoj uzici iza broda. *Daščica* je imala oblik isječka kruga, a kako je obla strana bila obložena olovnom trakom, plutala je okomito, pružala je otpor u vodi i stajala na mjestu dok je brod odmicao. Uzica je bila namotana na drvenu valjku i odmatala se brzinom jednakom brzini broda.

nešto manjim razmacima koji su iznosili 14,62 m. Prema tome, koliko je čvorova prošlo kroz prste motritelja u 30 sek., toliko je brod vozio nautičkih milja na sat.

Naziv *čvor* (kratica čv.) za brzinu ostao je i do danas, iako se brzina sada mjeri modernijim spravama. Tako se npr. za brod koji plovi brzinom od 15 nm na sat kaže da plovi brzinom od 15 čvorova (15 čv.).



Brzinomjer s vijkom. Lijevo brojčanik s kazaljkama koje pokazuju prevaljeni put (brzinu), desno zamašnjak s uzicom i dolje vijak

U početku XX st. izumljen je brzinomjer koji se naziva i *log* (po norveškoj riječi log = bačeno, oboreno drvo). On je sastavljen od vijka, koji se teglio na uzici kao nekad daščica, i od brojila koje je bilo pričvršćeno na krmenoj ogradi broda. Vijak se okretao jer ga je brod teglio kroz vodu. Njegovo se okretanje prenosilo tvrdo spletenom uzicom u brojilo koje je pokazivalo prevaljeni put. Vrijeme se mjerilo satom. Iz prevaljenog puta i proteklog vremena mogla se izračunati brzina u čvorovima. Ako je npr. u vremenu od 2 sata brojilo pokazalo prevaljeni put od 37 nm, brod je kroz to vrijeme plovio brzinom od 37 : 2 = = 18, 5 čv. Log se i danas upotrebljava na manjim teretnim brodovima.

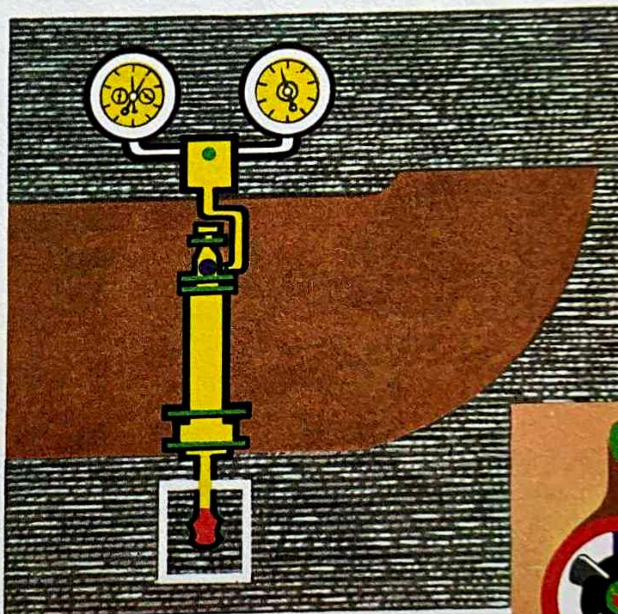
Modernih brzinomjera ima mnogo vrsti. Najjednostavniji su oni što u peraji ispod brodskog trupa imaju malen vijak koji se okreće zbog toga što ga brod u plovidbi pomiče kroz vodu. Vijak okreće malen generator koji stvara električnu struju. Što brod brže plovi, brže se okreću vijak i generator, a struja je to jača. Električna struja iz generatora odvodi se kabelima na zapovjednički most, gdje kazaljka na brojčaniku pokazuje njezinu jakost. Da se ne bi morala jakost struje preračunavati u brzinu, brojčanik je podijeljen na crtice koje su označene brojkama. Te brojke označuju čvorove, tj. prevaljene milje na sat.

Sekstant je sprava za mjerenje visine Sunca, Mjeseca, planeta i zvijezda iznad morskog obzora. Visina je zapravo kut između nebeskog tijela i morskog obzora mjeren kod motriočeva oka.

Najstariji instrument za mjerenje visine nebeskih tijela bio je *astrolab*, okrugla mjedena pločica, podijeljena na stupnjeve, koja je visila obješena o prsten. Na njezinoj sredini bila je pričvršćena jedna prečka sa dva nišana koja se mogla okretati oko srednje osovine. Visinu su mjerila dva čovjeka: jedan je držao prsten tako da astrolab visi okomito, a drugi je nišanio zvijezdu okretanjem prečke i očitavao visinu.

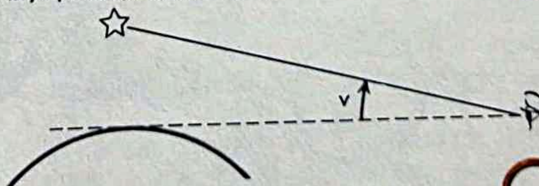
Oko 1600. g. visina se na brodovima mjerila *Jakovljevim štapom*. Bio je to četverobridan drveni štap s poprečnom letvicom određene dužine koja se mogla pomicati po njemu. Motrilac bi naslonio jedan kraj štapa na jagodicu i motreći zvijezdu pomicao bi letvicu sve dok je ne bi »umetnuo« između zvijezde i morskog obzora. Tada bi na štapu kod letvice očitao visinu.

Amerikanac *Thomas Godfray* (Godfrej) i Englez *John Hadley* (Hedli) izumjeli su gotovo istodobno 1731. spravu sa zrcalima koja se zvala *kvadrant*, jer je zaobljena stranica trokutaste sprave obuhvaćala četvrtinu kruga (kvadrant). Iz kvadranta se razvio moderni sekstant kojemu ljestvica obuhvaća samo jednu šestinu kruga.





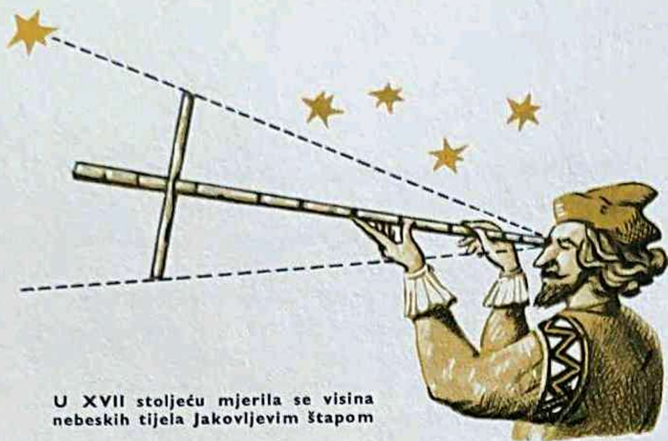
Kad brod plovi, voda okreće vijak u peraji i generator, koji proizvodi električnu struju. Električna energija pomiče kazaljke na mostu koje pokazuju brzinu broda



Visina je kut između zvijezde i obzora, mjeren kod motrioca



Astrolab, stara sprava za mjerenje visine nebeskih tijela



U XVII stoljeću mjerila se visina nebeskih tijela Jakovljevim štapom

Sekstant je sastavljen od dva zrcala, dalekozora i kutomjera. Dok se mjeri visina nebeskih tijela, sekstant se drži u uspravnom položaju. Od dva zrcala jedno je veće i okretljivo jer je pričvršćeno na pomičnoj poluzi (alhidadi) kutomjera, a drugo je manje i nepomično jer je pričvršćeno na trokutasto tijelo sekstanta. Jedna polovica manjeg zrcala je obično stakleno okno.

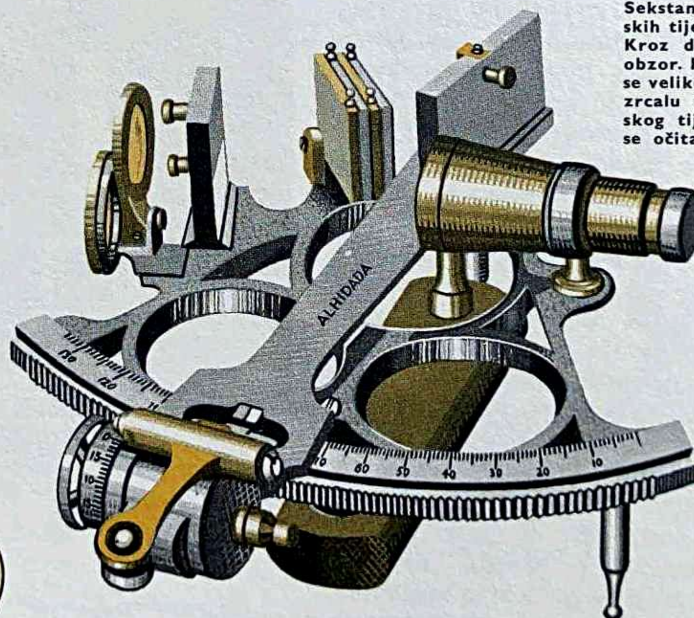
Visina nebeskog tijela mjeri se tako da se kroz dalekozor i okno pokraj malog zrcala promatra morski obzor, a pomicanjem alhidade okreće se veliko zrcalo i njime traži slika nebeskog tijela. Kad se ona pronađe, pomiče se alhidada i time okreće veliko zrcalo sve dok slika nebeskog tijela ne dodirne obzor. Kad je to učinjeno, pročita se na kružnoj ljestvici i na bubnjiću visina.

Prema tome, u trenutku kad je pronađeno nebesko tijelo i izmjerena visina, jedna zraka dolazi iz nebeskog tijela u veliko zrcalo, tu se odrazuje i pada na malo zrcalo, gdje se ponovno odrazuje i odlazi u dalekozor. Druga zraka, koja dolazi s obzorja, prolazi kroz okno pokraj malog zrcala i ide ravno u dalekozor. Visina je kut između te dvije zrake.

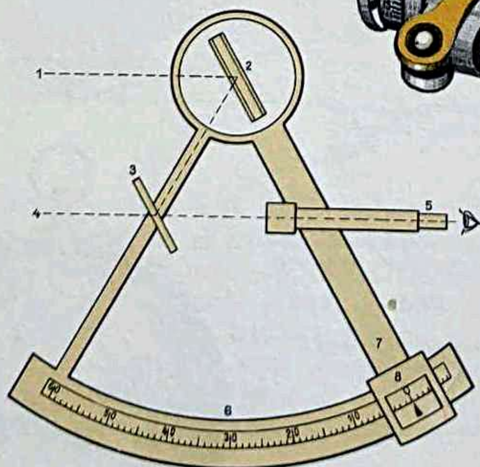
Za Sunce i Mjesec treba mjeriti visinu gornjeg i donjeg ruba njihovih kotura, pa se iz dva ili više parova takvih mjerenja izračuna srednja vrijednost, a to je onda visina središta tih tijela.

Kronometar je vrlo tačan sat. Odlikuje se izvrsno izrađenim dijelovima koji se ne stežu ni ne rastežu pri promjeni temperature i ne postaju magnetični u blizini električnih kabela ni u brodskom trupu koji je i sam veliki magnet.

Prvi kronometar izradio je londonski urar *John Harrison* (Herison) 1738, ali otad se brodski kronometri neprekidno usavršavaju. Sada su to prilično veliki satovi s promjerom od oko 10 cm. Obješeni su na *kardanskom privjesu* tako da leže vodoravno i mirno i kad se brod ljulja ili posrće. Smješteni su u drvenoj okovanoj kutiji sa staklenim i drvenim poklopcem. Osim toga, čuvaju



Sekstantom se mjere visine nebeskih tijela. Drži se uspravno u ruci. Kroz dalekozor se motri morski obzor. Pomicanjem alhidade okreće se veliko zrcalo sve dok se u malom zrcalu ne ugleda kako slika nebeskog tijela dodiruje obzor. Visina se očitava na limbu i na bubnjiću



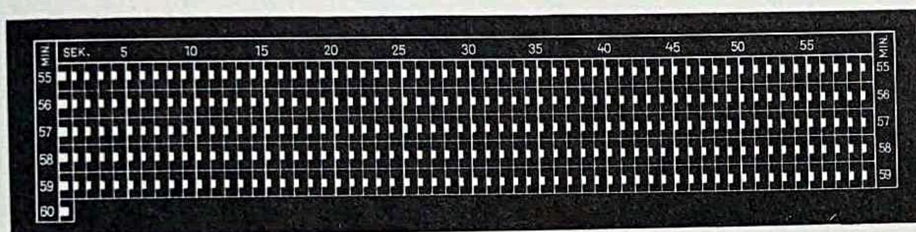
Princip sekstanta: 1. nebesko tijelo, 2. veliko zrcalo, 3. malo zrcalo, 4. smjer prema obzoru, 5. dalekozor, 6. kružna ljestvica ili limb, 7. pomična alhidada, 8. vijak za fino pomicanje alhidade i nonijus za očitavanje minutne podjele na ljestvici

se u posebnim ormarićima, koji su iznutra obloženi vatom da se izbjegnu nagle promjene temperature.

Na kronometru su u sredini satna i minutna kazaljka, pri dnu je kazaljka koja se pomiče svake pola sekunde, a pri vrhu je četvrta kazaljka koja pokazuje koliko je proteklo vremena od posljednjeg navijanja pera. Kronometar se mora navijati svaki dan u isto doba iako ima stroj koji radi i 56 sati bez navijanja.

Iako je kronometar veoma tačan sat, on ipak ide dnevno za koji dio sekunde brže ili zaostaje. Taj tzv. *dnevni hod* nije nikakva greška. Važno je da hod bude svakog dana jednak. Zbog stalnoga dnevnog hoda, kronometar poslije više mjeseci i godina ne pokazuje tačno službeno vrijeme. Stoga se ne smijemo začuditi kad npr. u podne brodski kronometar pokazuje 3^h i 17^m. Kazaljke se na kronometru ne smiju pomicati naprijed ili natrag, a razlika (u ovom primjeru od 3^h 17^m) koja se zove *stanje kronometra* upisuje se u kronometarski dnevnik. Prema tome, ako se želi znati tačno vrijeme kad je izmjerena visina neke zvijezde, treba vremenu što ga u tom trenutku pokazuje kronometar (kronometarskom vremenu) pribrojiti ili oduzeti stanje kronometra.


Brodski kronometar na kardanskom privjesu u ostakljenoj drvenoj kutiji



Shema međunarodnih vremenskih signala

Bežični vremenski signali. Nekad su veliki brodovi za oceansku plovidbu imali po tri kronometra koje su čuvali stražari, a oficir koji bi ih zaboravio naviti bio je strogo kažnjen. Doista, vrlo je teško bilo odrediti nova stanja kronometrima koji su se bili zaustavili.

Danas se stanje kronometra može odrediti nekoliko puta na dan prema bežičnim vremenskim signalima što ih daju veliki astronomski opservatoriji preko radio-stanica. Tako se npr. svakog dana u podne daju signali kao na gornjoj shemi.

Ako kronometar u $12^h 00^m 00^s$ pokazuje npr. $13^h 21^m$ 14^s, stanje mu je -1^h 21^m 14^s jer kronometarskom vremenu treba u ovom primjeru odbiti tu razliku da se dobije tačno vrijeme za podne.

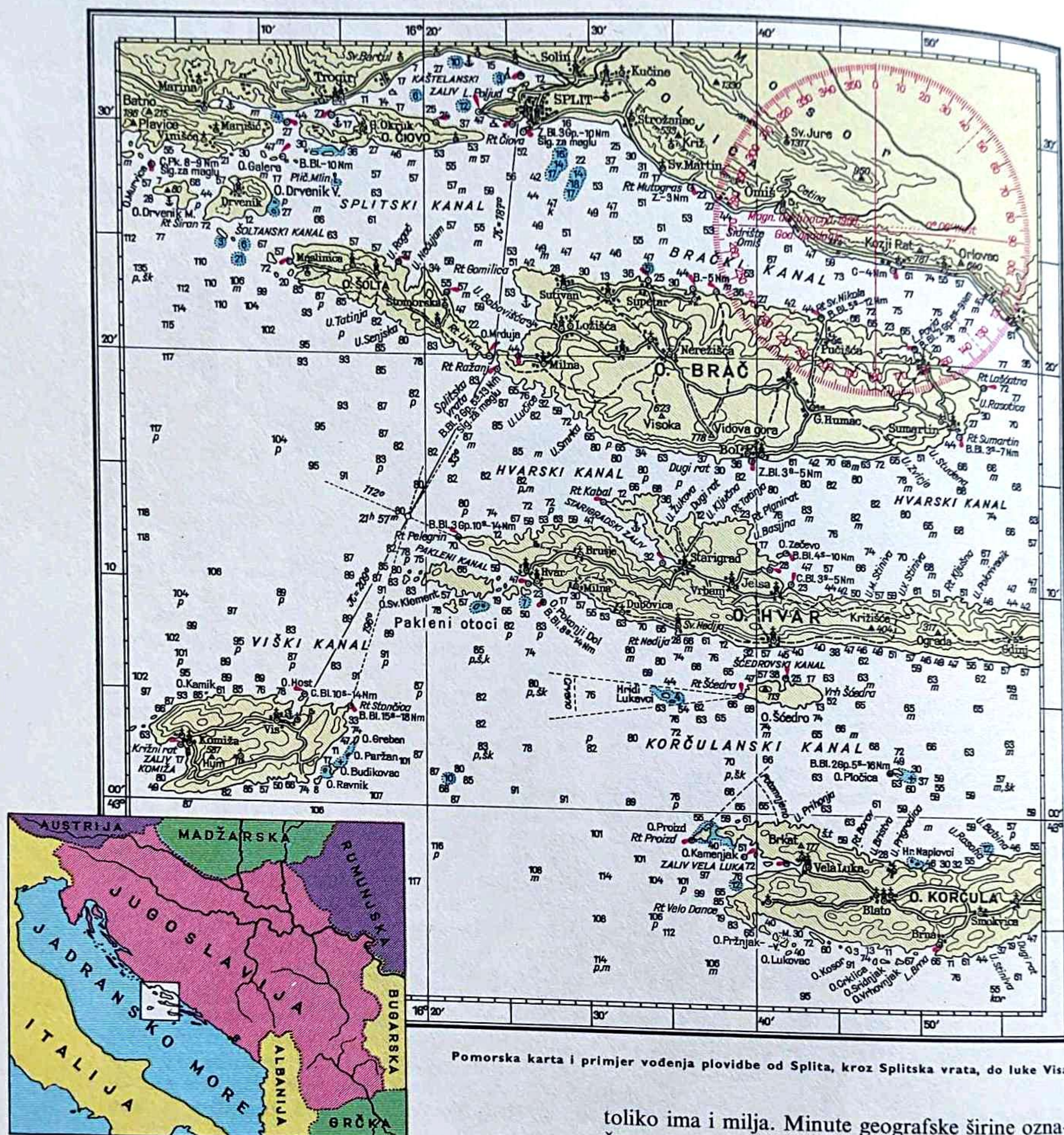
PLOVIDBA

Obalna plovidba. Pošto su opisane najvažnije sprave potrebne kod upravljanja brodom, lakše se može shvatiti kako se vodi brod kad je obala na vidiku. Kapetan već prije odlaska iz luke pripremi sve pomorske karte koje su potrebne za predviđeno putovanje. Pretpostavimo da brod, koji plovi brzinom od 10 čv, mora otputovati noću iz Splita u Vis.

Ponajprije treba na karti ucrtati putove kojima će brod ploviti do Visa. Prvi dio puta, tj. prvi kurs, vodi iz splitske luke do sredine Splitskih vrata između Šolte i Brača. Kao što se vidi iz karte na str. 130, drugi kurs vodi ravno u Vis. Pošto su ucrtana mekom olovkom ta dva pravca, treba iz karte odrediti u koji kurs treba krmilar da usmjeri brod kad iziđe iz splitske luke. Taj dio puta siječe meridijan pod kutom od 187°. Prema tome, prvi kurs iznosi 187°. Drugi dio pravca siječe meridijan pod kutom od 209°; drugi kurs, dakle, iznosi 209°.

Kapetan će izvesti brod iz splitske luke i, pošto ga okrene približno prema jugu, zapovjedit će upravitelju stroja: »Strojevi svom snagom nanaprijed!«, a krmilaru će odrediti: »Kurs 187°!« Strojevi će zavoziti svom snagom i brod će uskoro zaploviti punom brzinom. Krmilar će skretati krmilo desno ili lijevo, prema tome u koju stranu treba okretati brod, sve dok pramčanica ne pokaže na kompasnoj vjetrulji kurs 187. U tom trenutku krmilar zaustavi okretanje broda, vrati krmilo u sredinu i laganim skretanjem desno-lijevo drži brod usmjeren u tom kursu.

Kapetan provjeri na kompasu da li je pramčanica doista ispred brojke 187 na vjetrulji, pa kad se osvjedoči da je kurs tačan, pogleda obzorje. Ispred pramca malo desno vide se hitri bijeli bljeskovi, a malo lijevo od pramca 2 bijela bljeska rastavljena dužom tamom. Kapetan će odmah pogledati na kartu. Desno bljeska obalno svjetlo Livka na otoku Šolti, a lijevo su bijeli bljeskovi svjetionika Ražnja na otoku Braču i zeleni bljeskovi na otočiću Mrduja. Budući da je kurs dobar, brod može nastaviti put punom brzinom od 10 čv.



Pomorska karta i primjer vođenja plovidbe od Splita, kroz Splitska vrata, do luke Visa

Kapetana sad zanima kada će brod stići usred Splitskih vrata. Da bi to mogao izračunati, treba izmjeriti koliko je dalek put od Splita do Splitskih vrata u nautičkim miljama.

Nautička milja je dužina od 1852 m. Ta je dužina izabrana zato jer je toliko duga jedna minuta srednje geografske širine na zemaljskoj kugli. Nautička milja i srednja minuta geografske širine mjere su jednake dužine. Prema tome, dovoljno je da kapetan izmjeri koliko ima minuta geografske širine od Splita do Splitskih vrata jer toliko ima i milja. Minute geografske širine označene su na desnom i lijevom rubu karte. Ovdje treba naglasiti da se nautičke milje ne smiju mjeriti na donjem ili gornjem rubu karte jer su to minute geografske dužine, a one se od ekvatora do pola na Zemlji neprekidno umanjuju.

Budući da od Splita do Splitskih vrata ima 11 nm, brod će tu daljinu brzinom od 10 čv preploviti za nešto više od 1 sata, ili tačnije za 1 sat i 6 minuta. Ako je iz Splita otplovio u 20^h, stići će u Splitska vrata u $21^h\ 06^m$.

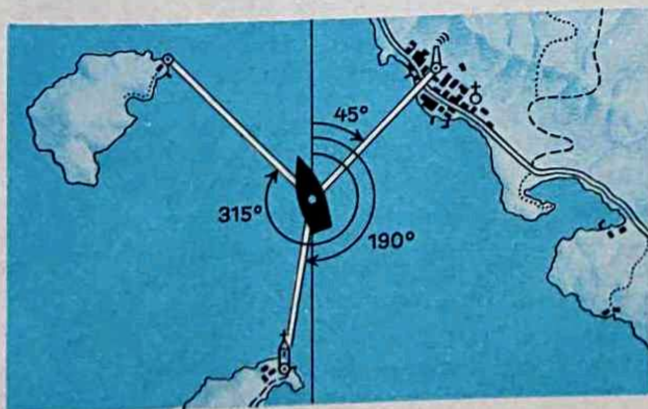
U trenutku kad obalno svjetlo Livka dođe u visinu brodskog boka (subočice), kapetan će zapovjediti krmilaru: »Okreni desno u kurs 209°!«

Krmilar okrene krmilo malo udesno, i brod okreće desno. Kad pramčanica dođe ispred brojke 209 na vjetrulji, krmilar vrati krmilo u sredinu, zaustavi okretanje broda i umiri ga u novom kursu, pa javlja: »Brod u kursu 209°!« Kapetan mora opet provjeriti kurs i pogledati dalekozorom tamno obzorje prema kojemu plovi brod. Lijevo, dosta blizu, vide se hitri bljeskovi obalnog svjetla sa rta Pelegrina na otoku Hvaru. Daleko i malo lijevo vide se bijeli bljeskovi svjetionika sa rta Stončice na otoku Visu, a ravno ispred pramca još se ne vide svjetlosti grada Visa jer su niska i ispod obzorja. Crveno svjetlo svjetionika Hosta na ulazu u višku luku ugledat će se tek kasnije, jer se ono vidi samo do daljine od 14 nautičkih milja.

Međutim, kapetan vidi iz karte da kurs vodi blizu opasnih Paklenih otoka na kojima nema nikakve svjetlosti. Brod, doduše, plovi tačno kursom 209°, ali se ni po čemu ne može znati nisu li ga možda morska struja i vjetar zanijeli ulijevo prema Paklenim otocima. Stoga kapetan odlučuje da odredi položaj prije nego stigne do opasnog mjesta.

Položaj se na moru određuje smjeranjem triju tačaka na kopnu. *Smjer* (azimut) je kut između meridijana i pravca koji spaja brod s tačkom koja se smjera. Ako npr. želimo odrediti položaj smjeranjem tačaka A, B i C, moramo ih smjerati s pomoću kompasa. Pošto smo dobili smjerove A = 315°, B = 45° i C = 190°, moramo na tim tačkama ucrtati izmjerene kutove i smjerove produžiti prema moru. Položaj broda je u tački gdje se ta tri smjera sijeku.

Kapetan koji putuje prema Visu može smjerati svjetionike Ražanj, Pelegrin i Stončicu. Smjeranjem tih svjetala dobiva za Ražanj smjer 33°, za Pelegrin 112°, za Stončicu 196°. Istodobno bilježi i vrijeme, npr. $21^h\ 57^m$. Pošto na kartu, ucrta ta tri izmjerena smjera, dobiva u njihovu sjecištu mjesto gdje se brod nalazio u $21^h\ 57^m$. Iz tog položaja vidi da se brod nalazio doista na ucrtanom kursu i da može nastaviti put nesmanjenom brzinom.



Određivanje položaja broda smjeranjem tačaka na kopnu

Međutim, kapetan želi izvršiti još jednu kontrolu. Ukopčava ultrazvučni dubinomjer. Papir se lagano pomiče, a pero ucrtava dubine. Iz crteža se vidi da je dno ravno, a dubina iznosi 80 m. Pokazalo se i crveno svjetlo na otočiću Hostu pred viškom lukom, a dubina se lagano povećava na 82 m, 85 m, pa 87 i 89. U tom trenutku je svjetionik na rtu Stončici tačno u južnom smjeru. To se podudara i s kartom.

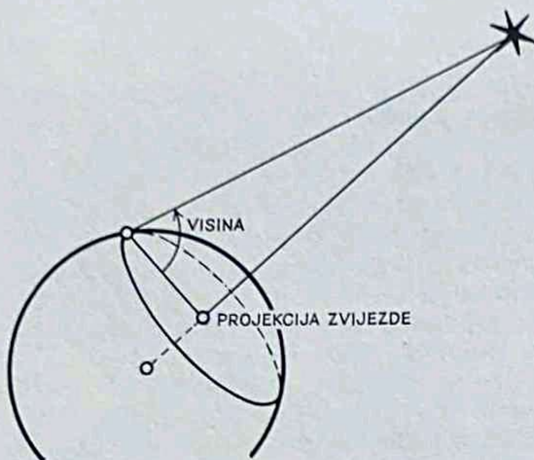
Dalje nema opasnosti. Brod prolazi blizu crvenog svjetla na otoku Hostu i ulazi u luku. Kapetan smanjuje brzinu na pola snage, zatim na polagano te usmjeruje brod prema lučkom svjetlu koje pokazuje gdje je pristan. Na vrijeme zaustavlja strojeve tako da se brod pomiče samo od zaleta. Okreće kormilo posve nadesno. Brod skreće uporedno s obalom. Na otprilike 30 m od mjesta gdje mora pristati kapetan zapovjedi: »Svom snagom krmom!« Strojevi rade krmom, vijci snažno potiskuju vodu naprijed i zaustavljaju zalet broda. Kad se prestane brod kretati, kapetan zapovjedi: »Stoj!« Strojevi se zaustave. Mornari su, međutim, dobacili već kraj konopa na obalu, i brod se privezuje za *bitve* (privezni stupovi). Izbacuje se slazni most i pale se palubne svjetiljke koje su za plovidbe bile ugašene da ne smetaju izviđanju sa zapovjedničkog mosta. U isto vrijeme gase se položajna svjetla koja su bila upaljena za cijelo vrijeme plovidbe.

Ovim primjerom nisu prikazani svi načini kako se vodi obalna plovidba, osobito pri slaboj vidljivosti i magli i pred obalom bez svjetionika, ali je ovaj primjer ipak koristan da se uzmognu shvatiti barem najjednostavniji postupci u toj odgovornoj službi.

Astronomska plovidba. Na otvorenu moru, gdje se vidi samo more i nebo, položaj broda se određuje s pomoću Sunca, Mjeseca, planeta i zvijezda. Za tu vrst plovidbe potrebni su kompas, sekstant, kronometar i astronomski godišnjak.

Astronomski godišnjak je zapravo astronomski kalendar koji izdaju neki astronomski opservatoriji ili neke druge ustanove. Naš se takav godišnjak zove *Nautički godišnjak*, a izdaje ga Hidrografski institut Jugoslavenske ratne mornarice u Splitu. U toj knjizi odštampane su astronomske koordinate Sunca, Mjeseca, većih planeta i zvijezda za svaki dan u godini i za svaka dva sata u danu.

Položaj broda na pučini određuje se mjerenjem visine tih nebeskih tijela iznad morskog obzora. Na temelju tačnog vremena po kronometru i s pomoću Nautičkog godišnjaka može se za svaki trenutak izračunati položaj svakoga nebeskog tijela na nebu. Kad bi kapetan mjerenjem visine ustanovio da visina neke zvijezde iznosi tačno 90°, to bi mu kazivalo da je zvijezda tačno iznad broda, tj. u njegovu *zenitu*. Prema tome bi astronom-



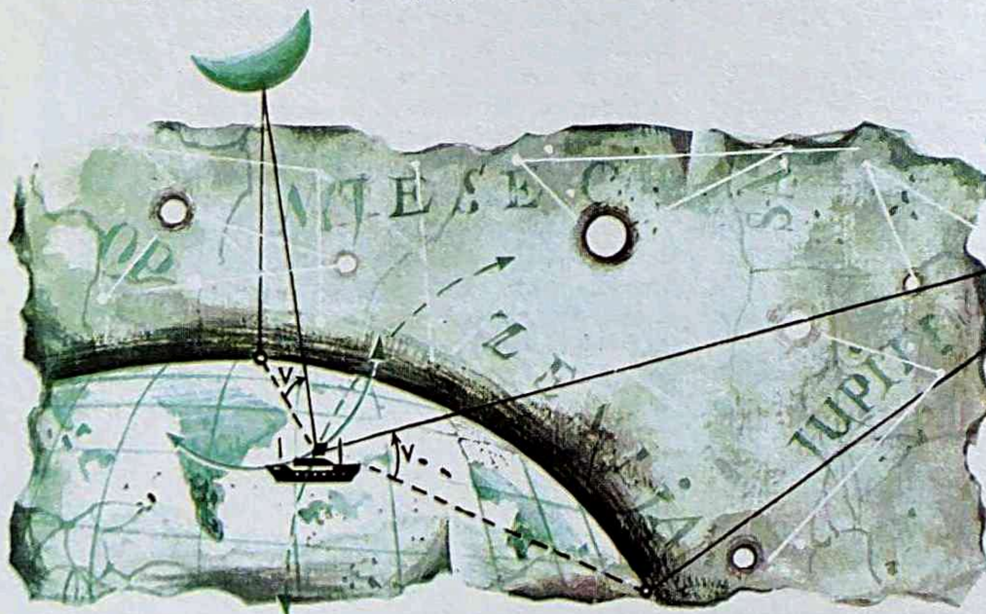
Brod, s kojeg je izmjerena visina V, nalazi se na kružnici S kojoj je središte u projekciji P zvijezde na Zemlji, a obodni kut na krugu = V

ske koordinate zvijezde bile jednake geografskim koordinatama broda. Brod bi se nalazio u projekciji zvijezde na Zemlji. Brod, koji bi imao zvijezdu Sjevernjaču ili sjeverni nebeski pol tačno iznad sebe (visina 90°), nalazio bi se na sjevernom zemaljskom polu, dakle u projekciji Sjevernjače.

izmjerimo u istom trenutku visinu Sunca i Mjeseca, moći ćemo izračunati i nacrtati posebno stajnicu za Sunce i posebno stajnicu za Mjesec. Položaj broda sada je tačno određen jer se nalazi u tački gdje se sijeku te dvije stajnice.

Na prvi se pogled čini da je time zadatak riješen. Doista, računski se može tako odrediti položaj, ali kako ćemo te stajnice nacrtati na pomorsku kartu kad su to goleme kružnice kojima su središta u projekcijama Sunca i Mjeseca, od kojih je jedna projekcija možda u Africi, a druga u Americi, prema tome, gdje se u tom trenutku nalaze Sunce i Mjesec. Da bi se zadatak riješio na karti, trebalo bi imati na brodu golemu geografsku kartu cijeloga svijeta u dovoljno veliku mjerilu, ili globus velik kao čitav zapovjednički most. Razumljivo je da za praktične svrhe takav način izračunavanja nije upotrebljiv. Međutim, pomorski kapetani dosjetili su se jednostavnijem rješenju.

Kapetan *Marcq de Saint-Hilaire* (Mark de Sent-Iler) dokazao je da ne treba crtati cijelu golemu kružnicu, nego samo jedan njezin maleni dio



Da bi se odredio položaj broda na pučini, treba izmjeriti visine bar 2 nebeska tijela, npr. Sunca i Mjeseca. Brodski položaj je u onom mjestu gdje se sijeku stajnice Sunca i Mjeseca. Jedna je stajnica okomita na smjer prema Mjesecu, a druga je okomita na smjer prema Suncu

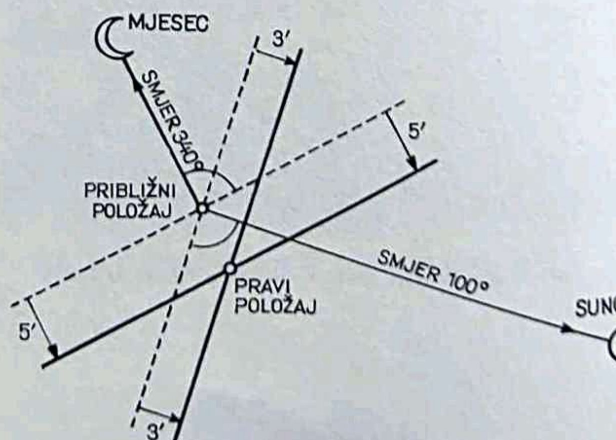
Ako je izmjerena visina zvijezde manja od 90°, brod nije u projekciji zvijezde, nego negdje oko nje na kružnici kojoj je središte u toj projekciji. Npr. ako je izmjerena visina od 50°, brod je negdje na onoj kružnici iz koje se zvijezda vidi pod kutom od 50°. Međutim, još nije određen položaj broda jer on može biti na bilo kojem mjestu kružnice. Iz svake tačke na njoj zvijezda se vidi pod kutom od 50°.

Prema tome, iz izmjerene visine samo jednog nebeskog tijela može se izračunati samo kružnica u kojoj je motriočevo stajalište; stoga se ona i zove *stajnica* (stajna kružnica).

Potrebno je još samo odrediti gdje se tačno na stajnici nalazi brod. To se određuje tako da se izmjeri visina još jednog nebeskog tijela. Ako npr.

u blizini broda, koji je tako malen da se može zamijeniti pravcem. Prema tome, umjesto dviju golemih stajnih kružnica crtaju se dvije kratke *stajnice*, dva pravca. Nadalje je kapetan Saint-

U približnom položaju ucrtaju se obje stajnice, zatim se nanose razlike visina i crtaju nove stajnice; u sjecištu je pravi položaj broda





-Hilaire dokazao da ne treba tražiti ni gdje se nalaze daleke projekcije nebeskih tijela jer se kratke stajnice mogu nacrtati i bez njih. Stajnica za Mjesec uvijek je okomita na smjer prema Mjesecu, a stajnica za Sunce okomita je na smjer prema Suncu; stajnice za ostala nebeska tijela okomite su na smjerove prema tim tijelima. Prema tome, položaj broda može se odrediti i na običnoj pomorskoj karti.

Kapetan uvijek znade *približan položaj* broda jer neprekidno kontrolira brzinu, ucrtava na kartu prevaljene putove i kursove, a s vremena na vrijeme određuje i položaj broda. Taj približni položaj temelj je za sve daljnje račune.

Kapetan pretpostavlja da se brod nalazi u nekom približnom položaju, uzima sekstant, izmjeri visine dvaju nebeskih tijela i zabilježi kronometarsko vrijeme. Pretpostavimo da je izmjerio visine Sunca i Mjeseca. S pomoću Nautičkog godišnjaka i kronometarskog vremena izračuna visinu i smjer Sunca te visinu i smjer Mjeseca. Pretpostavimo da je za Sunce izračunao visinu od 40° i smjer 100°, a za Mjesec visinu od 50° i smjer 340°. Ove podatke ucrtava u kartu. Stajnicu za Sunce povlači okomito na smjer prema Suncu, a stajnicu za Mjesec okomito na smjer prema Mjesecu.

Kad bi se brod doista nalazio na tom približnom položaju, izmjerene visine Sunca i Mjeseca bile bi jednake izračunatim visinama. Međutim, ako se izmjerene visine razlikuju od izračunatih, znak je da je brod bliže ili dalje od tih nebeskih tijela. Ako je izmjerena visina Sunca veća od izračunate, brod je bliže Suncu, ako je izmjerena visina manja od izračunate, brod je dalje od Sunca.

Ako pretpostavimo da je izmjerena visina Sunca 40°3', a izmjerena visina Mjeseca 49°55', brod je bliže Suncu za 3 minute (40°3' — 40° = 3'), a dalje od Mjeseca za 5 minuta (49°55' — 50° = = —5'). Budući da je minuta isto što i nautička milja, na karti treba ucrtati pravu stajnicu za Sunce: 3 nm prema Suncu, a pravu stajnicu za Mjesec: 5 nm dalje od Mjeseca. Tamo, gdje se dvije prave stajnice sijeku, dobiva se *pravi položaj* broda.

Zbog veće sigurnosti može se izmjeriti visina i trećeg nebeskog tijela. Tada se crtaju tri stajnice, i položaj broda nalazi se u sjecištu triju pravaca.

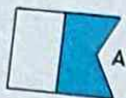
SIGNALIZACIJA

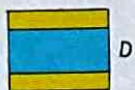
Signalizacija je sporazumijevanje s pomoću znakova (signala), davanje uputa i opomena različitim znakovima ili traženje pomoći u nevolji unaprijed utvrđenim signalima.

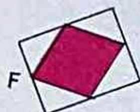
Svaka vrst prevoznih sredstava ima svoje signale i svoj posebni način signalizacije, ali u pomorstvu je ona zacijelo najrazvijenija jer obuhvaća sve obale, sva primorska mjesta, mora i brodove različitih narodnosti, a uređena je tako da se pomorci svih narodnosti mogu njome međusobno sporazumijevati. U doba jedrenjaka brodovi su javljali neke unaprijed dogovorene vijesti različnim brojem i položajem razapetih jedara, ali se na taj način nije moglo predavati više od 30—40 vijesti o vjetrovima, o neprijatelju, o opasnostima plovidbe itd. Stoga se uz razapeta jedra signaliziralo i s jednim ili dva pucnja iz topa, pa je broj signala time bio utrostručen. U XVIII st. uvedena su za signalizaciju signalna tijela: platneni čunjevi, dvočunjevi i kugle, a 1897. pridodan je i platneni valjak. Budući da se mnogo dogovorenih signala nije moglo pamtiti, sastavljene su *signalne knjige*, u kojima su signali bili svrstani po rednim brojevima.

Brojevi su se signalizirali dizanjem signalnih tijela na jarbole. Tako je kugla dignuta na pramčanom jarbolu značila brojku 100, na glavnom jarbolu 150, a na krmenom jarbolu 50. Čunj je na pramčanom jarbolu označivao brojku 2, na konopu ispred jarbola brojku 1 itd.

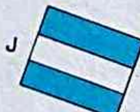
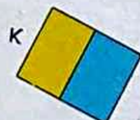
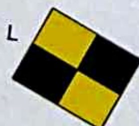
God. 1813. sastavio je kapetan *R. Marryat* (Meriet) *signalni kodeks* (signalni rječnik) za britansku trgovačku mornaricu, no uskoro su ga prihvatile i druge pomorske države. God. 1857. sastavljen je prvi *Međunarodni signalni kodeks* sa oko 70 000 različitih riječi i rečenica, koje nisu više bile poređane po rednim brojevima nego po slovima. Budući da je slova bilo teško signalizirati daljinskim signalima jer su se za svako slovo morala dići po tri signalna tijela, admiral *Filip Colomb* (Kolomb) izradio je platnene konuse, koji su se mogli složiti kao kišobrani, i kugle koje su se sklapale kao kineski lampioni. Ali ni takva tijela

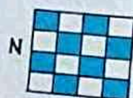


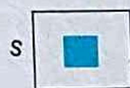
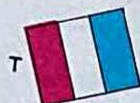
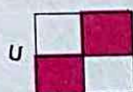
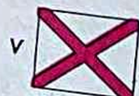
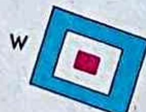
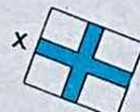










Slovčane signalne zastave i plamenci zamjena Međunarodnoga signalnog kodeksa

nisu donijela veće olakšanje. Stoga su se pomorci napokon odlučili da prihvate raznobojne signalne zastave, koje su odavna bile predviđene u rječnicima.

Godine 1897. izrađen je novi signalni kodeks, koji je veoma brzo bio preveden na mnogo jezika, a 1934. sastavila je međunarodna komisija u Londonu Međunarodni signalni kodeks odmah na sedam jezika, koji je ubrzo preveden na jezike gotovo svih pomorskih država svijeta. Taj je Međunarodni signalni kodeks i sada u upotrebi na brodovima.

Međunarodni signalni kodeks sastavljen je od dva dijela (dvije knjige): prvi dio vrijedi za optičku signalizaciju, a drugi za bežičnu. Kodeksom je propisano 26 zastava za slova od A do Z, 10 *plamenaca* (poduljih zastava) za brojke od 0 do 9, 3 *rošca* (trokutne zastave) za signalne *zamjene* i 1 plamenac kao znak *kodeksne zastave*.

Prema kodeksu, signali su sastavljeni od 1 zastave za važne i hitne vijesti, od 2 zastave za poruke o opasnostima, spasavanju itd., od 3 zastave za različne riječi i rečenice i od 4 zastave za geografske signale i pozivne signale brodova. *Signalne zamjene* Z_1, Z_2 i Z_3 upotrebljavaju se kad u nekom signalu treba pokazati dvije jednake zastave, a brod ima samo po jednu zastavu za svako slovo i brojku. Npr. signal OBBM signalizira se u takvu slučaju OBZ^2M, gdje zamjena Z^2 zamjenjuje drugo slovo.

Kodeksna zastava (pri pisanju se označuje kao obrnuto T, dakle ⊥) znači da pokazani siganal treba pročitati u Međunarodnom signalnom kodeksu, a kad se ona podigne na vrh signalnog križa, znači: Razumio sam pokazani signal.

Signali sa jednom zastavom znače:

A	Vršim pokusnu vožnju.
B	Ukrcavam ili iskrcavam eksploziv.
C	Da, pristajem, odobravam.
D	Držite se daleko od mene, teško manevriram.
E	Skrećem nadesno.
F	Onesposobljen sam; održavajte vezu sa mnom.
G	Treba mi peljar.
H	Peljar je na brodu.
I	Skrećem nalijevo.
J	Signalizirat ću ručnim zastavicama.
K	Odmah zaustavite brod.
L	Zaustavite; imam vam javiti nešto važno.
M	Liječnik je na brodu.
N	Ne, ne pristajem, ne odobravam.
O	Čovjek u vodi.
P	U luci znači: Uskoro odlazim, neka se ljudi vrate na brod. U plovidbi znači: Svjetla vam ne gore ili slabo gore.
Q	Na brodu su svi zdravi, molim dozvolu za slobodan saobraćaj.
R	Zaustavio sam se, možete proći iza mene, ali plovite oprezno.
S	Moji strojevi rade svom snagom krmom.
T	Nemojte proći ispred moga pramca.
U	Nalazite se u opasnosti.
V	Treba mi pomoć.
W	Treba mi liječnička pomoć.
X	Prekinite ono što ste nakanili uraditi i pripazite na moje signale.
Y	Prevozim poštu.
Z	Pozivam obalnu signalnu postaju.

Evo, kao primjer, nekoliko signala s dvije, tri i četiri zastave:

SC	Kako se zove vaš brod.
RG	Imam brzojavku za vas.
KMB	Brodovlasnik vam naređuje da pristanete u označenoj luci.
CRD	Pristat ću na označenom mjestu.
PYU	Sretan put!
OVF	Hvala!
AFBU	Dubrovnik.
YTAH	Brod Jugoslavenske linijske plovidbe »Hrvatska«.



Brojčane signalne zastave Međunarodnoga signalnog kodeksa

Prednost je signalizacije po Međunarodnom signalnom kodeksu da se mogu sporazumijevati brodovi različne narodnosti. Tako npr. ako se na moru sretnu japanski brod, na kome nitko ne zna drugi jezik osim japanskoga, i naš brod, na kome nitko ne zna japanski, kapetani se ipak mogu sporazumjeti. Evo jednog primjera:

Japanac	*Jugoslaven*
SC	YTAH
L	C
RG	⊥
KMB	⊥
AFBU	CRD
PYU	OVF
⊥	PYU
⊥	⊥

Brojke se signaliziraju plamencima za brojeve. Međutim, signalne zastave mogu se upotrijebiti i za *otvorenu signalizaciju* bez Međunarodnog signalnog kodeksa. U tom slučaju treba pokazati najprije signal ⊥ E (kodeksna zastava i E) koji znači da svaku zastavu treba čitati kao slovo jedne riječi. Ako se npr. želi predati signalima naslov izdavačkog poduzeća Mladost, Zagreb, Ilica 7, treba postupati ovako:

⊥ E
MLADOST
ZAGREB
ILZ_1CA
7

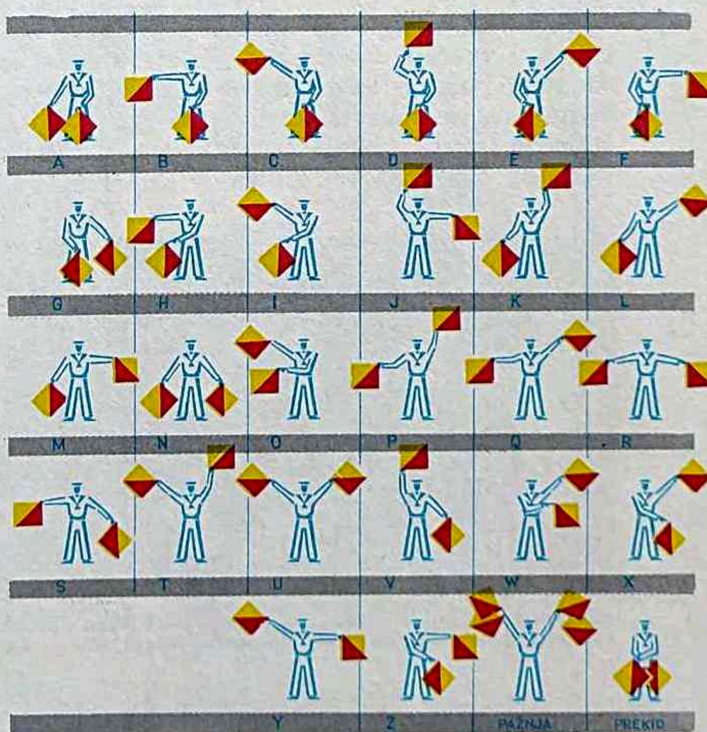
Budući da na brodu ne postoje dvije zastave za slovo I, upotrijebljena je pri signaliziranju riječi Ilica prva signalna zamjena: ILZ_1CA. U otvorenoj signalizaciji dopušteno je podići na jarbol najviše 6 ili iznimno 7 zastava.

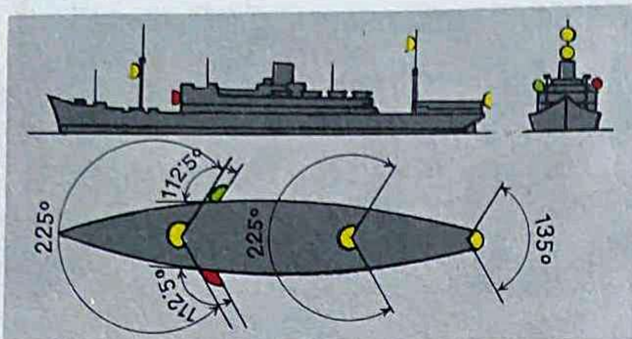
Semaforska signalizacija ručnim zastavicama. U doba kad još nije bilo žičanog telegrafa ni telefona, francuski inženjer *Claude Chappe* (Klod Šap, 1763—1805) izumio je *semafor*. To je bio visok jarbol sa tri pomična crno-bijela kraka. Različnim položajima tih krakova signalizirala su se sva slova alfabeta i brojke. Chappe je 1774. podigao semaforske postaje na vrhovima brda između Pariza i Lillea (Lila), a kasnije se proširila mreža semaforskih postaja kroz čitavu Francusku i susjedne zemlje.

Velika Britanija uvela je 1856. dvokrake semafore i na obalske postaje, a 1895. namješteni su oni i na brodove. Pošto je izumljen žičani telegraf, semafori su u unutrašnjosti napušteni, ali su duž obala i dalje ostali za vezu između brodova i kopna sve dok se nije proširila radio-telegrafija. U nekim državama ostali su do 1914.

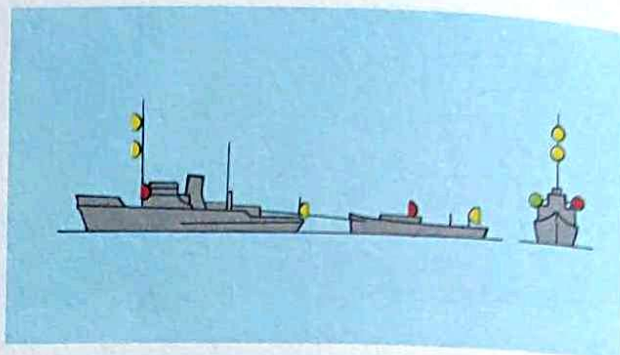
Danas se umjesto prijašnjih semafora upotrebljavaju za signalizaciju tzv. *semaforski znakovi* koji se daju ručnim zastavicama, a u nedostatku zastavica i rukama. Kad se sa jednog broda želi upozoriti drugi brod da primi poruku ručnim semaforskim zastavicama, mora onaj koji poziva mahati desnom i lijevom zastavicom (znak pažnje) sve dok mu se ne odazove primalac raširenim zastavicama ili rukama znakom R (koji znači razumijem). Davalac tada predaje slovo po slovo, a poslije svake riječi pokazuje znak prekida. Primalac poslije svake riječi treba da dade znak R (= razumijem). Ako primalac nije razumio neku riječ, mora mahati sa obje zastavice (= pažnja!), našto davalac ponavlja posljednju riječ. Pošto je predana čitava poruka, obojica daju slova AR (engl. all right, č. ol rajt = sve u redu).

Signalizacija ručnim zastavicama





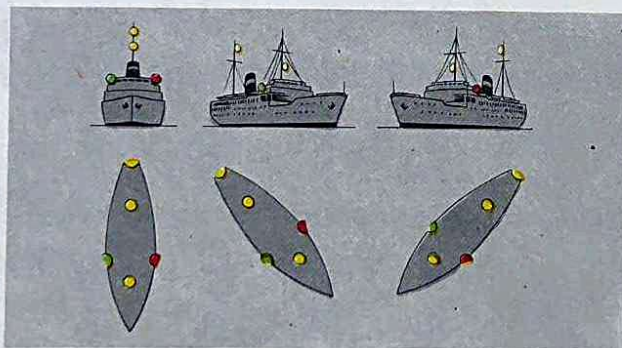
Položajna svjetla broda na mehanički pogon, dužeg od 45 m, kad plovi


Položajna svjetla tegljača kad tegli i s teglom je duži od 183 m

Noću se između brodova te između broda i kopnene postaje upotrebljavaju svjetlosni signali koji se predaju električnim svjetiljkama. Signalne svjetiljke namještene su na vrhu jarbola (vršnjače) ili na krajevima signalnih križeva (križnjače). Signali su sastavljeni od dugih i kratkih bljeskova, tj. od tačaka i povlaka, po ključu koji je utvrđen međunarodnim sporazumom na temelju znakova što ih je složio izumitelj telegrafa *Samuel Morse* (Morze).

Morzeova abeceda (v.) može se upotrebljavati i po danu ako se signali predaju velikom zastavom koja je pričvršćena uz dugo koplje, a zove se *mahalo*. Poziv se daje mahanjem dok se pozvani ne odazove na isti ili na neki drugi način. Zatim se predaje poruka slovo po slovo Morzeovim znakovima. Pri tom se povlake predaju dugim zamahom mahala do zemlje, a tačke kratkim zamahom povrh glave. Mahalom se može signalizirati i na veće daljine nego semaforskim ručnim zastavicama, ali mnogo sporije. Na još veće daljine može se signalizirati *reflektorom* (v.) i *heliografom* (v.).

Signali za izbjegavanje sudara posebna su vrst vidnih i zvučnih znakova i svjetala kojima se označuje položaj, kurs i manevar broda, ili nesposobnost za manevriranje. Svrha im je da se izbjegne sudar, osobito noću i u magli, kad se s jednog broda ne vidi drugi.


Smjer kojim brod plovi može se ustanoviti i noću prema relativnom položaju bijelih jarbolnih i bočnih svjetala crvene i zelene boje

Svi brodovi kad plove moraju imati na lijevom boku crveno, na desnom boku zeleno, a na krmi bijelo svjetlo. Crveno svjetlo ne smije se vidjeti desno, a zeleno lijevo od smjera pramca.

Svaki brod na mehanički pogon (s motorom ili parostrojem) osim bočnih svjetala, crvenog i zelenog i krmenog bijelog svjetla, mora imati na jarbolu jedno bijelo svjetlo koje svijetli 112,5° od pramca prema jednoj i drugoj strani.

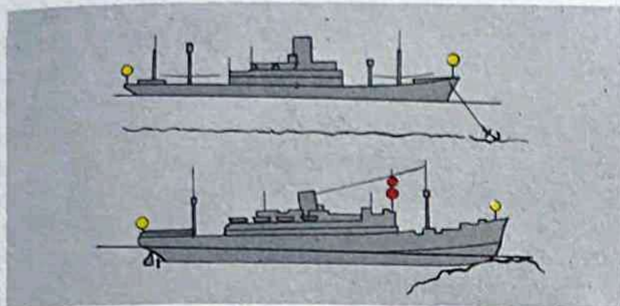
Ako je brod na mehanički pogon duži od 45,75 m (150 stopa), mora kad plovi nositi još jedno bijelo svjetlo koje svijetli 112,5° od pramca prema jednoj i drugoj strani. Vodoravni razmak između ova dva bijela svjetla na jarbolima mora biti barem tri puta veći od okomitog razmaka.

Prema ovim svjetlima može se u noći dovoljno tačno ustanoviti kurs broda koji je opažen. Ako mu je bijelo svjetlo okomito jedno povrh drugoga i u sredini iznad bočnih svjetala, znak je da brod ravno plovi prema nama. Ako se vidi samo zeleno bočno svjetlo i bijela svjetla koso (desno niže, a lijevo više), znak je da brod plovi udesno. Obratno, ako se vidi samo crveno bočno svjetlo i bijela svjetla koso (lijevo niže, a desno više), znak je da brod plovi ulijevo.

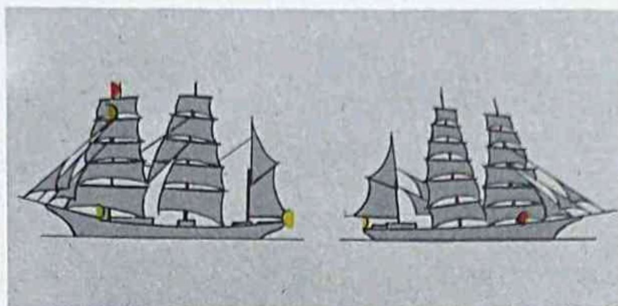
Brod koji tegli (tegljač) mora, kad plovi, nositi bočna svjetla, krmeno bijelo svjetlo i dva bijela svjetla na uspravnoj crti jedno povrh drugoga. Ako je *teglo* (tegljač s cijelom teglenom povorkom) duže od 183 m (600 stopa), tegljač mora nositi tri bijela svjetla. Sva se ova bijela svjetla moraju vidjeti samo 112,5° desno i lijevo od pramca. Brod koji se tegli mora nositi samo bočna svjetla, a posljednji brod u teglju i krmeno bijelo svjetlo.

Usidreni brod mora pokazivati na pramcu jedno bijelo svjetlo vidljivo sa svih strana. Ako je usidreni brod duži od 45,75 m, mora nositi još jedno svjetlo, vidljivo sa svih strana, i na krmi. Takav brod nosi danju crnu kuglu na pramcu.

Brod koji je nesposoban za manevriranje ima noću dva crvena svjetla, vidljiva sa svih strana, a ako plovi, mora nositi i bočna svjetla i krmeno



Svjetla usidrenog i nasukanog broda. Nasukani brod nosi svjetla broda nesposobna za manevriranje i bijela svjetla usidrenog broda



Jedrenjak nosi crveno i zeleno bočno i krmeno bijelo svjetlo, a na jarbolu može nositi dva svjetla, i to gornje crveno a donje bijelo

bijelo svjetlo. Brod, koji je nesposoban za manevriranje, nosi danju dvije crne kugle na nekom vidljivom mjestu.

Jedrenjak, kad plovi samo na jedra, nosi bočna svjetla i krmeno svjetlo, ali na jarbolu ne smije nositi bijelo svjetlo. Ako hoće, može na jarbolu nositi dva svjetla od kojih je gornje crveno a donje bijelo.

Svaki čamac mora noću držati u pripremi upaljeno bijelo svjetlo ili električnu džepnu svjetiljku. Kad se približava neki brod, iz čamca se mora na vrijeme pokazati bijelo svjetlo da ne dođe do sudara.

Izbjegavanje sudara na moru. Kad dva broda plove u susret jedan drugome, svaki od njih mora skrenuti na svoju desnu stranu.

Ako jedan brod prestizava drugi, mora se uklanjati s puta uvijek onaj brod koji prestizava.

Brod na mehanički pogon mora se ukloniti s puta jedrenjaku.

Kad jedan brod siječe kurs drugom brodu, s puta se uklanja onaj koji vidi drugi brod na svojoj desnoj strani (isto pravilo kao na cesti, gdje desni automobil ima prednost kod vožnje); pri tom treba izbjegavati križanje puta ispred pramca.

Jedrenjak sa velikim zastavnim nakitom

Kad se jedan brod uklanja s puta, drugi brod mora ploviti dalje istim kursom i nepromijenjenom brzinom.

Noću treba skrenuti udesno kad se ravno sprijeda vide zeleno i crveno svjetlo (ako dolazi u susret parobrod, vidjet će se i bijela jarbolna svjetla).

U svima drugim slučajevima onaj brod koji se mora ukloniti s puta treba da skrene tako da prema opaženom crvenom svjetlu pokaže svoje crveno svjetlo.

Kad su u noći nasuprot svjetla iste boje (crveno nasuprot crvenom ili zeleno nasuprot zelenom), brodovima ne prijeti opasnost sudara.

Zvučni signali za izbjegavanje sudara. Kad su brodovi jedan drugome na vidiku, brod na mehanički pogon koji plovi i skreće da bi se uklonio s puta drugome mora pri skretanju označiti promjenu kursa parnom zviždaljkom ili sirenom. Jedan kratak zvuk znači: Skrećem nadesno. Dva kratka zvuka znače: Skrećem nalijevo. Tri kratka zvuka znače: Moji strojevi rade krmom.

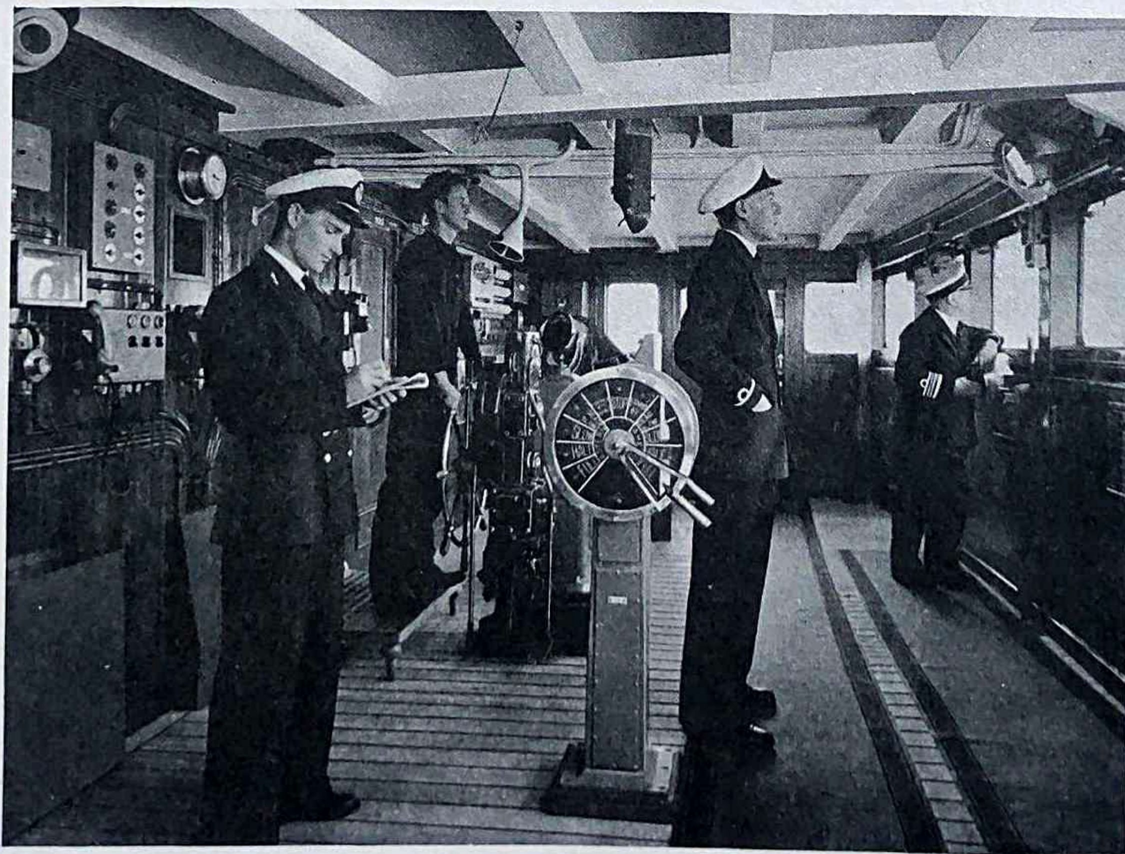
Kad se brod na mehanički pogon kreće u magli, mora u razmacima od najviše 2 min. davati po jedan dugi zvuk. Kad takav brod pluta, ali se ne kreće, mora davati dva duga zvuka, razdvojena razmakom od 1 sek.

Usidreni brod mora, cijelo vrijeme dok traje magla, zvoniti zvonom po 5 sek. u razmacima od najviše 1 min.

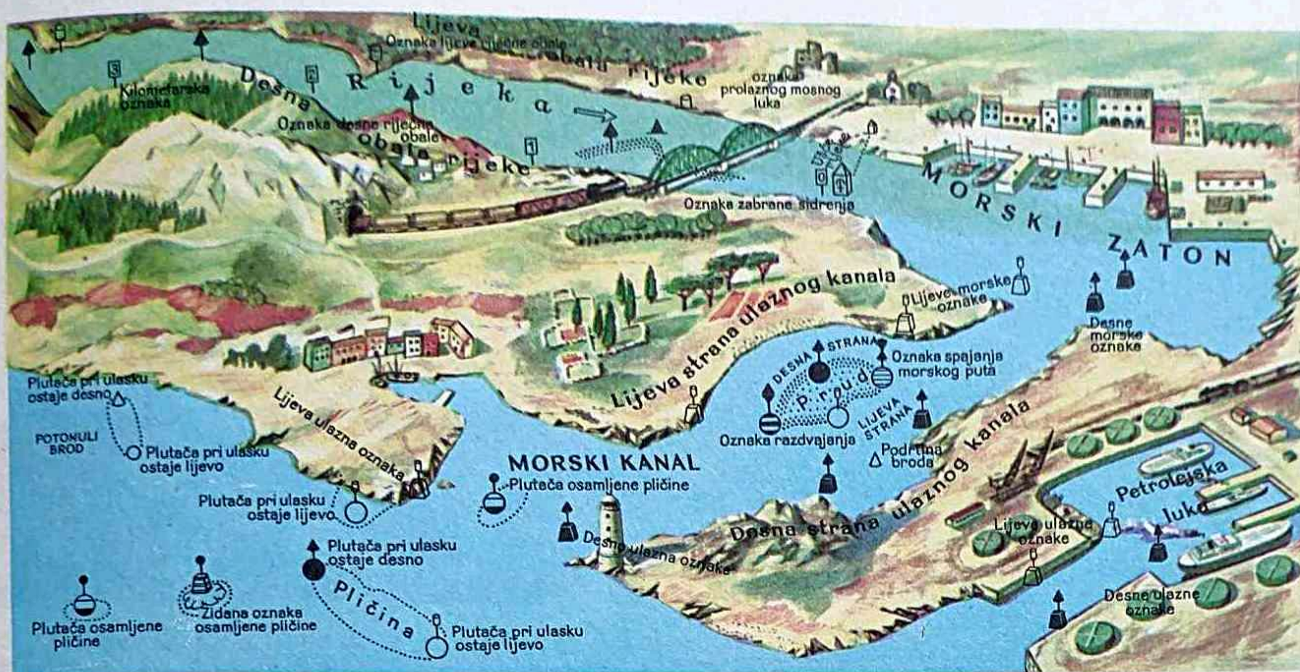
Unutrašnja brodska signalizacija upotrebljava se u različne svrhe. Brodovi su zbog sigurnosti podijeljeni nepromočnim pregradama na više odvojenih prostorija, a gustoća pregrada je tako proračunata da brod pluta ako se probije brodska oplata i voda prodre i u dvije najveće prostorije. U pregradama su ugrađena čvrsta vrata tako da se iz jedne prostorije može ući u drugu. Ta su vrata redovito otvorena, ali za magle i u slučaju neke opasnosti moraju se odmah zatvoriti. Sva nepropusna vrata zatvaraju se električnim uređajem sa zapovjedničkog mosta, gdje je naslikan tlocrt broda sa svim pregradama i nepropusnim vratima. Uza svaku sliku vrata na tlocrtu nalazi se malo ostakljeno okno. Dok su vrata otvorena, u oknu se vidi plavo svjetlo, a kad su zatvorena, okno svijetli crvenom svjetlošću. Po tom osvijetljenom nacrtu zapovjednik u svakom trenutku znade koja su vrata otvorena, a koja zatvorena.

Najvažnija je na brodu unutrašnja *protupožarna signalizacija.* Za tu svrhu nalazi se na mostu još jedno uokvireno staklo na kome su naslikani tlocrti svih brodskih paluba sa svim prostorijama. U svakoj brodskoj prostoriji smješten je aparat koji mjeri toplotu ili prozirnost zraka. Ako od požara u nekoj prostoriji poraste toplina iznad određene granice, ili ako se umjesto prozirna zraka javi dim, aparat zatvori električni strujni krug i dade znak za uzbunu. Na zapovjedničkom mostu odmah počne zujati zujalo, a na tlocrtu se upali crvena žaruljica na slici one palube i one prostorije u kojoj je buknuo požar.

Unutrašnje veze služe i za sporazumijevanje u brodu. U staro doba jedine su veze bile *doglasne cijevi.* To su duge cijevi s unutrašnjom šupljinom od oko 6 cm koje spajaju zapovjednički most sa strojarnicom i drugim važnim prostorijama. Kad se na mostu govori u takvu cijev, u strojarnici se govor dobro čuje. Budući da je u brodskim prostorijama uvijek bučno od rada strojeva, propisane su neke osobite zapovijedi da se slične riječi ne bi pogrešno razumjele. Tako se



Zapovjednički most je mozak broda. U njemu su sprave za navigaciju, kormilarsko kolo, glavna postaja svih unutrašnjih veza, mašinski telegraf, kontrolnici sigurnosnih uređaja i karte s priborom za vođenje sigurne navigacije



Pomorska i riječna obalna signalizacija

npr. ne govori naprijed i natrag, nego *naprijed* i *krmom* kako bi se te dvije važne riječi bolje razlikovale.

Zapovjednički most povezan je na modernim brodovima sa strojarnicom s pomoću *mašinskog telegrafa*. Na mostu je okrugla ploča s kazaljkom i ručkom. Sve je to montirano na povišem stalku. Na ploči su upisane glavne zapovijedi. U strojarnici je isto takva ploča, pa i ona ima kazaljku i ručku. Kad se na mostu pomakne ručka tako da pokaže jednu zapovijed, u strojarnici se začuje zvonjava, i kazaljka pokaže tu zapovijed. Kad se u strojarnici pomakne ručka na tu zapovijed kao znak da je zapovijed primljena, javi se zvono na mostu, i kazaljka se pomakne na oznaku te zapovijedi. Npr., kad zapovjednik na mostu pomakne ručku na »stoj!«, u strojarnici uz zvonjavu kazaljka pokaže oznaku »stoj!« Strojar sad pomakne svoju ručku na »stoj«, kao znak da je zapovijed razumio, a na mostu se uz muklu zvonjavu kazaljka pomakne i ponovi zapovijed »stoj!«

Ovakvih telegrafa može biti na brodu više. Brod sa dva vijka ima dva telegrafa, brod sa tri vijka ima tri, a brod sa četiri vijka četiri telegrafa. Osim toga, slični telegrafi postoje između strojarnice i svih kotlarnica itd.

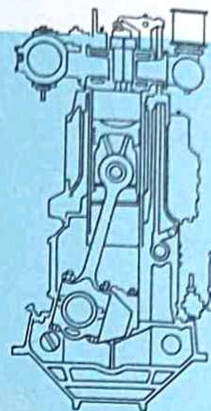
Osim telegrafa na brodu je i telefonska mreža koja povezuje sve važnije prostorije. Često je na brodu razglasna postaja sa zvučnicima na palubama i u unutrašnjim prostorijama. Moderni putnički brodovi imaju televizijski studio i televizore u svim javnim prostorijama i apartmanima pa putnici mogu primati programe obalnih stanica i emisije sa svog broda.

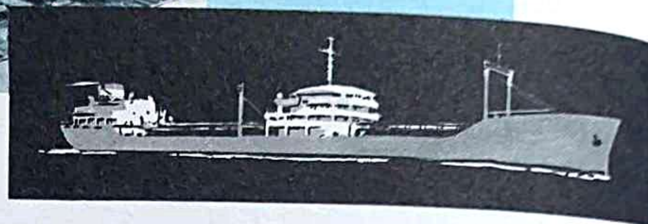
Obalna signalizacija. Za plovidbu i određivanje položaja na moru upotrebljavaju se, pored svjetionika, obalnih i lučkih svjetala, još i *stalne* i *plutajuće oznake* kojima su boja i oblik utvrđeni zakonskim propisima, a postavljaju se na onim mjestima gdje brodovima prijeti neka opasnost.

Temeljno je pravilo da sve oznake, koje brod pri ulasku s pučine u luku, kanal ili tjesnac treba da ostavi desno, moraju biti crne i čunjaste, a one što ih brod ostavlja lijevo moraju biti crvene i valjkaste. Osamljene opasnosti označuju se kuglastim znakom, a opasne podrtine potopljenih brodova zelenim čunjastim znakom, ako ih treba ostaviti desno, ili zelenim kuglastim znakom, ako ih treba ostaviti lijevo. Račvanje i spajanje plovnih putova označuje se kuglastim znakovima koji su obojeni crveno-bijelim ili crno-bijelim vodoravnim prugama.

Riječne obalne oznake nisu na svim rijekama jednake, ali su uglavnom postavljene tako da crvene oznake pokazuju lijevu, a crne desnu obalu rijeke ili kanala. Ploče, na kojima je naslikano obrnuto sidro, označuju mjesta gdje je zabranjeno sidrenje, jer su na dnu telegrafski ili električni kabeli ili druge zapreke. Duž rijeka namještena je na svakom kilometru po jedna ploča, a brojka koja je na njoj napisana pokazuje u km daljinu od ušća. Propusti ispod mostova, određeni za prolaz brodova, označeni su danju jednom poprijeko obojenom crveno-bijelom pločom, noću je na stupu koji je bliži lijevoj obali rijeke crveno, a na stupu koji je bliže desnoj obali rijeke zeleno svjetlo.







Brodogradilište

Brodogradilišta

Brodogradilište je industrijsko poduzeće koje gradi i popravlja brodove. Ima pomorskih i riječnih brodogradilišta. U velikim pomorskim brodogradilištima grade se veliki ratni i putnički brodovi, tankeri i teretni brodovi; u srednjim se grade brodovi srednje veličine, a u malim obalni ili ribarski brodovi i jahte. Neka mala brodogradilišta grade samo drvene brodove ili samo sportske brodove i jedrilice. Ima i takvih poduzeća koja dobivaju gotove dijelove brodova, pa ih samo na vlakama (ležajima ili navozima) sastavljaju. Pri izgradnji brodova na gradnju trupa otpada oko 40% ukupne radne snage. Za brod od 4000 do 8000 t nosivosti treba 120 do 140 radnih sati po toni obrađenog čelika. Težina broda (istisnina) kreće se od 40 do 50% nosivosti broda, a trup sam težak je 62 do 68% ukupne težine broda.

Radni učinak brodogradilišta (kapacitet) obično se izražava količinom obrađenog čelika ili ukupnom *bruto registarskom tonažom* (BRT) brodova sagrađenih u jednoj godini.

Brodogradilišta se podižu na zaklonjenim mjestima kako bi se porinuti brodovi mogli dovršavati i opremati u zaštićenoj luci i kako bi što prije oslobodili brodogradilišne vlake. Brodogradilišta za popravke redovito su blizu velikih luka, tako da se brodovi ne moraju odviše udaljiti od svojih putova.

Brodogradilište ima nekoliko vlaka, mnogo slagališta, skladišta i radionica, opremnu obalu, prenosna sredstva i uređaje koji daju potrebnu energiju (stlačen zrak, vodu, električnu energiju itd.).

Tehnički ured. U brodogradilištu je najvažniji tehnički ured gdje se izrađuju svi nacrti i proračuni. Taj ured prima od naručitelja zahtjev za izradbu broda i na temelju toga vrši potrebne predradnje. Npr. Jadranska linijska plovidba traži od brodogradilišta *Split* ponudu za putnički dizel-motorni brod *Split*, koji treba da ima oko 2400 BRT, mjesta za 1500 putnika, 300 kreveta, blagovaonicu za 500 gostiju, salon, kavanu, bar, basen za kupanje, kino-dvoranu itd. i brzinu od 20 čv. To su neke od naručiteljevih želja. Na temelju njih tehnički ured brodogradilišta izračunava broj posade, sve nusprostorije za putnike i za posadu, sve pogonske i pomoćne strojeve, opremu, sprave, te sastavlja prvi *osnov broda*. Pošto ga naručitelj prouči i dade svoje primjedbe, brodogradilište izračunava potreban materijal i sve troškove te sastavlja konačnu *ponudu* u kojoj su označene već sve pojedinosti i cijena dovršenog broda. Ako je naručitelj zadovoljan, prihvaća ponudu i predaje brodogradilištu svoju *narudžbu*.

Od tog trenutka računa se rok do kojeg se brod mora dovršiti, a tehnički ured počinje izrađivati nacrte i popis potrebnog materijala. Ti nacrti i popisi sačinjavaju velike i debele knjižurine, jer treba predvidjeti sve — od limova za kobilicu i golemih dizel-motora do pojasa za spasavanje i žličica za crnu kavu.

Institut za brodsku hidrodinamiku. Pošto su izrađeni nacrti brodskog trupa, splitsko brodogradilište dostavlja ih *Institutu za brodsku hidrodinamiku* u Zagrebu gdje se izrađuje *model* budućeg broda i iskušava u basenima. Na temelju

pokusa u basenima trup se dotjeruje i nacrti ispravljaju i dotjerani vraćaju brodogradilištu. U Splitu se, međutim, već naručuju čelični limovi i profili, strojevi i sav ostali materijal. Uskoro počinju pripreme u skladištima i radovi u radionicama.

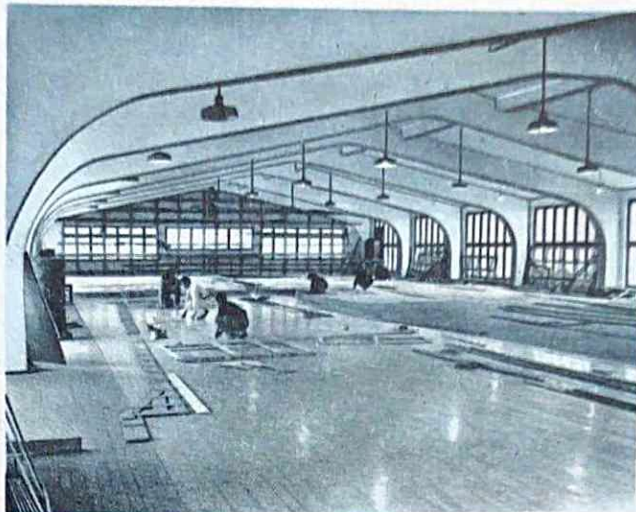
Crtara. Nacrte dovršene u tehničkom uredu preuzima crtara. To je prostrana dvorana koja mora biti široka barem kolika je visina broda, a duga barem kao ½ ili ¾ dužine broda. Ima crtara koje su duge 250 m i široke 50 m. Najvažniji je u crtari gladak i ravan pod od drveta ili posebnih masa. Na podu se mali nacrti iz tehničkog ureda povećavaju i crtaju u naravnoj veličini olovkom i bojom, ili se projekcijskim aparatom deset puta manji nacrti projiciraju na pod uz deseterostruko povećanje.

Prostor za označivanje je odjel gdje se ucrtava na limove i profile sve što je potrebno da se obradi. Označuju se vanjski rubovi, mjesta gdje treba bušiti rupe za *zakovice* (vrst čavala s jednom glavom kojima se spajaju limovi a zakivanjem im se izradi druga glava), rupe za smanjenje težine itd. Sve se to označuje prema onim nacrtima koji su nacrtani u naravnoj veličini na podu crtare.

Radionice za obradbu preuzimaju materijal koji je već označen. Obično su to dvije radionice, od kojih jedna obrađuje limove a druga čelične profile. *Profili* su čelične grede različna presjeka u obliku slova L, T, E ili sl. U radionicama su valjci za ravnanje limova, strojevi za rezanje limova, probijačice rupa za zakovice, bušilice, škare za limove, valjci za krivljenje, tijesci (preše) za oblikovanje limova, autogeni aparati za rezanje limova na stolovima, strojevi za privijanje limova itd. *Privijanje* znači dvostruko pregibanje limova tako da se jedan lim može spojiti s drugim a da vanjska strana brodskog opločja ostane glatka. Brodovi zavarene konstrukcije nemaju privijene limove jer su limovi spojeni čelom uz čelo električnim zavarivanjem; time otpada bušenje, privijanje i zakivanje limova i profila, pa je rad lakši, brži i jeftiniji.

Radionica za malu predmontažu prima obrađen materijal, sortira ga i sastavlja manje građevne dijelove: okvirna rebra, rebrenice, male pregrade itd. i predaje ih radionici za predmontažu.

Radionice za predmontažu nalaze se ispred vlaka na kojima se grade brodovi kako bi dovršene dijelove dizalice mogle prenijeti na vlaku. Tu se grade dijelovi broda koji su teški od 10 do 60 t, a ponekad i do 120 t.

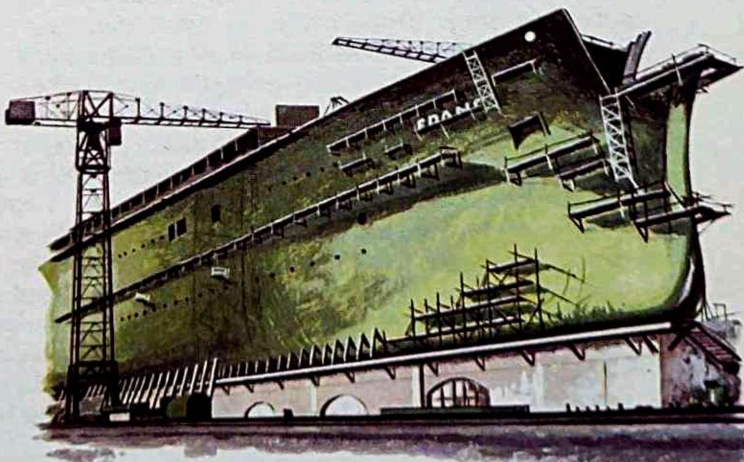


Crtara Titova brodogradilišta u Kraljevici. Na prostranom podu ucrtavaju se povećani nacrti brodskih dijelova u naravnoj veličini

Vlake (ležaji) su mjesta gdje se sastavlja i gradi brodski trup. One su izgrađene od betona i uvijek su kose, tj. nagnute prema moru pod nagibom od 5 do 7%. Na mjestima gdje nema dovoljno prostora i na rijekama grade se poprečne vlake (usporedne s obalom) koje imaju nagib od 7 do 10%, pa i veći. Uz vlake su s obje strane dizalice koje prenose predmontirane dijelove na brod u gradnji. Nosivost im je 10 do 60 t. Teže predmete nose po dvije dizalice zajedno.

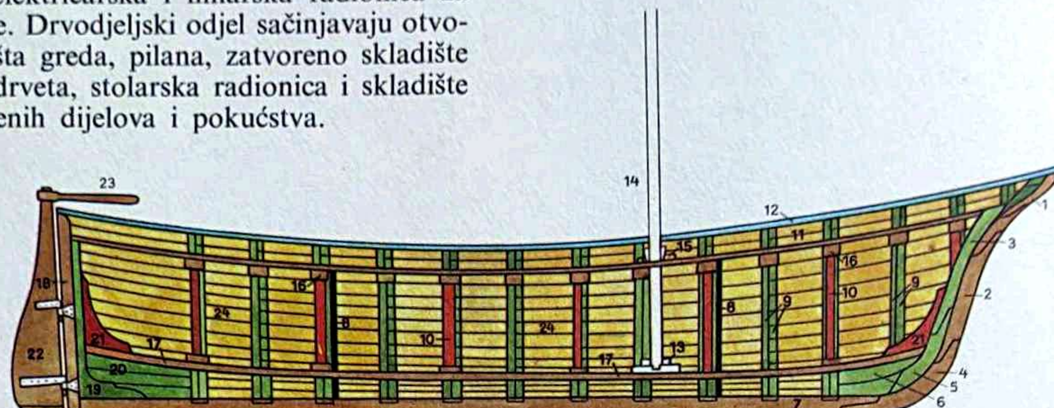
Brodograđevna radionica za drvo izrađuje drvene palube, *priboj* (unutrašnju oplatu broda), drvene palubne kućice itd. Ona se nalazi uz vlaku jer se drveni dijelovi postavljaju dok je još brod na vlaci. *Tesarska radionica* izrađuje skele i podloge na kojima se gradi brod i dr.

Slagalište limova i profila obično je na otvorenu prostoru. Limovi služe za opločje bokova i palube, za izradbu pregrada, kućica, mosta, dimnjaka i nadgrađa. Na slagalištu se drži toliko čelika koliko je potrebno za rad najmanje 2 do 4 sedmice. Naša brodogradilišta troše oko 340 000 t čelika godišnje.



Dovršavanje trupa oceanskog broda na splitskom brodogradilištu

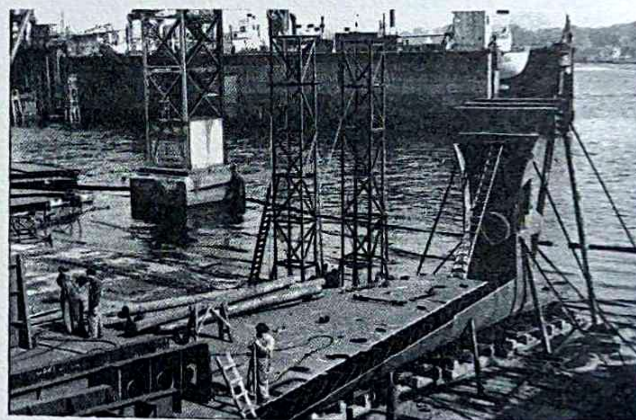
Opremna grupa ima mehanički i drvodjeljski odjel. U mehanički odjel idu ljevaonica, kovačnica, mehanička radionica, koja montira sve strojeve i osovine, cjevarska, bakrodjeljska, kotlarska, bravarska, električarska i limarska radionica za tanke limove. Drvodjeljski odjel sačinjavaju otvorena slagališta greda, pilana, zatvoreno skladište i sušionica drveta, stolarska radionica i skladište gotovih drvenih dijelova i pokućstva.



Presjek drvenog obalnog jedrenjaka: 1. pramčano rilo, 2. pramčana statva, 3. pramčana protustatva, 4. koljeno protustatve, 5. protukoljeno statve, 6. pramčane uklade, 7. kobilica, 8. nepropusne pregrade, 9. rebra, 10. upore, 11. oplata obodnice, 12. razma, 13. uglavi jarbolne pete, 14. jarbol, 15. jarbolno grlo, 16. sponje, 17. pasmo, 18. krmena statva, 19. koljeno krmene statve, 20. krmene uklade, 21. pramčana i krmena klečka, 22. krmilo, 23. rudo krmila, 24. platice vanjske oplate

Na brodogradilištu postoji i centralna *alatnica*, koja izrađuje potrebne alate za cijelo brodogradilište, radionica za održavanje pogona, cjevovoda i strojeva, glavno skladište brodograđevne opreme, skladišta cijevi, strojeva, kotlarskog i drvarskog materijala.

Posebni dio brodogradilišta sačinjavaju električna centrala, koja postoji kao rezerva i onda ako brodogradilište dobiva struju izvana, centrala za stlačeni zrak kojim se pokreću pneumatski čekići, bušilice i druge sprave, acetilenski generatori za rezanje, tvornica kisika i skladište kisika stlačenog u bocama, radionica za pocinčavanje, uređaji za ventilaciju, grijanje, gašenje požara itd.



Po starom običaju brod se počinje graditi svečanim polaganjem kobilice. Sada se svečano polaže samo jedan dio brodskog trupa

GRADNJA BRODA

Od davnine zadržao se do danas običaj da se početak gradnje broda proslavlja svečanošću *polaganja kobilice*. U doba kada su se gradili drveni brodovi doista se na vlaku polagala najprije kobilica, temeljna vodoravna greda brodskog trupa. Danas se uz takvu svečanost polaže na vlaku već sastavljena složena konstrukcija sredine brodskog dvodna.

U doba drvenih brodova na položenu kobilicu nastavljala se na pramcu kosa *pramčana statva* učvršćena različnim drvenim kladama, a na krmi okomita *krmena statva* učvršćena sličnim kladama i koljenima. Poprijeko na statvu postavljala su se drvena *rebra*, a preko njih se pružala sredinom dna druga uzdužna greda koja se zove *pasmo*. Rebra desnog i lijevog boka spajala su se poprečnim malo zakrivljenim gredama koje se zovu *sponje*.

Kobilica, obje statve i sponje čine *kostur* (okosnicu) broda. Kostur se s vanjske strane pokriva *oplatom* od drvenih *platica*, a s unutarnje strane sličnim platicama koje tvore *priboj*. Oplata daje brodu čvrstoću, ali i nepropusnost, stoga su se šavovi između pojedinih *vojeva* (redova) platica morali *šuperiti*, tj. ispunjavati kučinom i zalijevati katranom.

Preko sponja su se polagale drvene *trenice*, i tako se gradila *oplata palube*. Kako i paluba treba da bude nepropusna, morale su se i trenice šuperiti.

Rebra su se nastavljala i iznad palube jer su služila kao kostur *obodnice* koja ograđuje palubu. Preko svih vrhova rebara polagala se *razma*, najviši rub brodskog trupa.

Otvor u palubi za ukrcavanje tereta zove se *grotlo*. Ono je obrubljeno jačim gredama koje se zovu uzdužne i poprečne *pražnice*.

Onaj dio brodskog trupa gdje su rebra najviše uzvijena zove se *uzvoj*. Svijenost sponja zove se *obluk*. Paluba zbog obluka sponja nije ravna u poprečnom presjeku, nego obla s većim ili manjim oblukom. Ni u uzdužnom presjeku paluba nije vodoravna, nego je na pramcu najviša, a u sredini najniža. Uzdužna zakrivljenost zove se *preluk*. Osim toga, na pramcu i na krmi brodski je trup obično viši jer su izgrađena nadgrađa iznad razine palube. Krmeno nadgrađe zove se *krmnica*, a pramčano *pramnica* ili *kaštel* (po staroj kulici, kaštelu, za obranu od pirata).

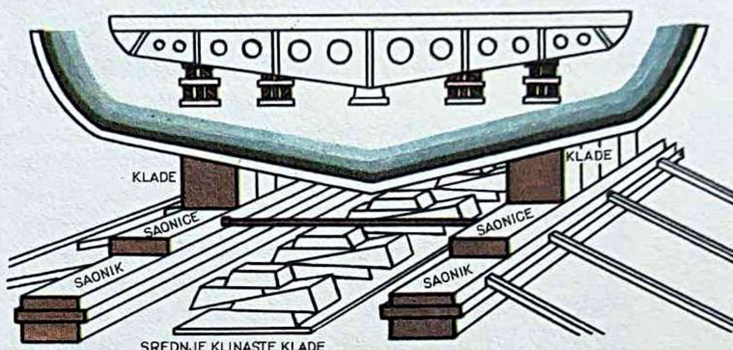
Srednje nadgrađe zove se *most*. On završava *zapovjedničkim mostom* na vrhu.

I moderni čelični brod ima kobilicu, ali to nije greda, nego uzdužna vodoravna čelična ploča, tzv. *plosna kobilica*. Desno i lijevo od nje položene su druge uzdužne ploče koje čine *opločje dna*. Iznad kobilice prostire se po dužini okomita ploča *hrptenica*, a po njoj je položena opet vodoravna ploča *pasmo*. Desno i lijevo od pasma prostire se *opločje unutrašnjeg dna* koje je ojačano uzdužnim *pasmenicama* i poprečnim *rebrenicama*. Svi ovi dijelovi čine dvostruko dno ili *dvodno* broda koje je sa strana zatvoreno *rubnim pločama*. Iznad dvodna dižu se na oba boka okomita rebra koja su spojena s dvodnom *uzvojnim koljenima* i čeličnim *lepezama*. Rebra desnog boka s rebrima lijevog boka spajaju *sponje*. Svi ovi dijelovi čine kostur čeličnog broda.

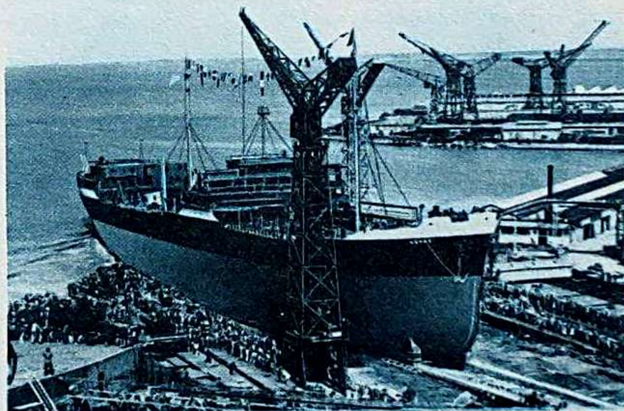
Kostur je preko rebara pokriven *vanjskim opločjem*, a preko sponja *opločjem palube*. U palubi su *grotla* i velik otvor iznad strojeva koji se zove *grotlište*.



Porinuće broda. Brod treba graditi tako da se može što prije porinuti u more. Na taj način vlaka se oslobađa da se na njoj može graditi drugi brod, a i brod je bez strojeva i teške opreme lakši, pa se može lakše i sigurnije porinuti u more. Zbog toga se brod porine čim je trup nepropustan i pošto su namješteni krmilo, osovine s vijcima, uređaj za sidrenje i *bitve* za privez broda. Brod se gradi na vlaci krmom bliže moru, pa i pri porinuću ulazi u vodu najprije krma, a pramac, koji je najčvršći dio broda, oslanja se do posljednjeg trenutka na vlaku.



Položaj broda na saonicama neposredno prije porinuća. Gore (mala slika u brodskom trupu): položaj broda za vrijeme gradnje na vlaci



Gore: uzdužno porinuće broda s vlake u pomorskom brodogradilištu. Dolje lijevo: poprečno porinuće broda u riječnom brodogradilištu gdje se upotrebljavaju poprečne vlake zbog uske rijeke

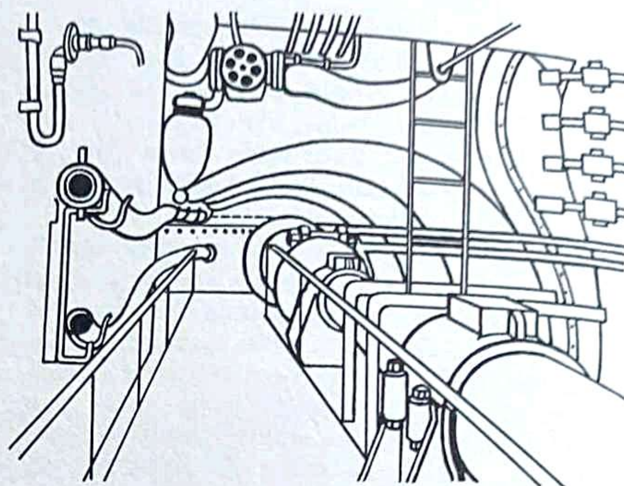
Na rijekama su vlake usmjerene usporedno s riječnom obalom, i brodovi se porinjavaju poprijeko, tj. *bočno*.

Da bi se mogao brod porinuti, na vlaci se gradi *saonik*. To su dvije staze razmaknute za ¾ širine broda sastavljene od nekoliko uzdužnih greda koje su pričvršćene za poprečne pragove. Sve su grede i pragovi međusobno čvrsto povezani.

Povrh saonika grade se *saonice* sastavljene od uzdužnih greda koje su međusobno povezane željeznim svornjacima i vijcima. Na saonice se polažu klinovi, a na njih umeci od greda i dasaka koji se priljubljuju uz brodski trup.

Pošto se saonik dobro namaže mazivom smjesom da po njemu saonice bolje klize, treba toliko rasteretiti drvene podloge na kojima je brod sagrađen da čitav brodski trup ostane ležati samo na saonicama. Budući da se drvene podloge ne mogu spuštati, treba gornji dio saonica podizati sve dotle dok one ne preuzmu težinu broda. Gornji se dio saonica podiže tako da se duž čitava saonika s jedne i s druge strane rasporedi i do više stotina radnika koji u saonice istodobno i jednolično zabijaju drvene klinove. Ti klinovi podižu gornje grede na saonicama i preuzimaju težinu broda. Nakon toga odstranjuju se rasterećene drvene podloge, pa brod tada ostaje oslonjen samo na saonice. Da brod ne bi krenuo sam od svoje težine sa saonicama niz kosi saonik, s obje strane saonika umeću se jaki zapori koji pridržavaju saonice.

Pri porinuću se obično priređuje druga svečanost jer se tada brodu daje i ime. Običaj je da se kod te svečanosti o brodski pramac razbije boca pjenušca. Porinuće se vrši tako da se otkače zapori, saonice se potisnu hidrauličkim tijeskom, i one zajedno s brodom počnu polagano a zatim sve brže kliziti u more. Brod domalo zapluta na moru, ali ga treba odmah zaustaviti da ne otpliva na pučinu ili ne udari o suprotnu obalu. Da se to ne bi dogodilo, obaraju se s broda sidra, a može se brod zadržavati i konopom.



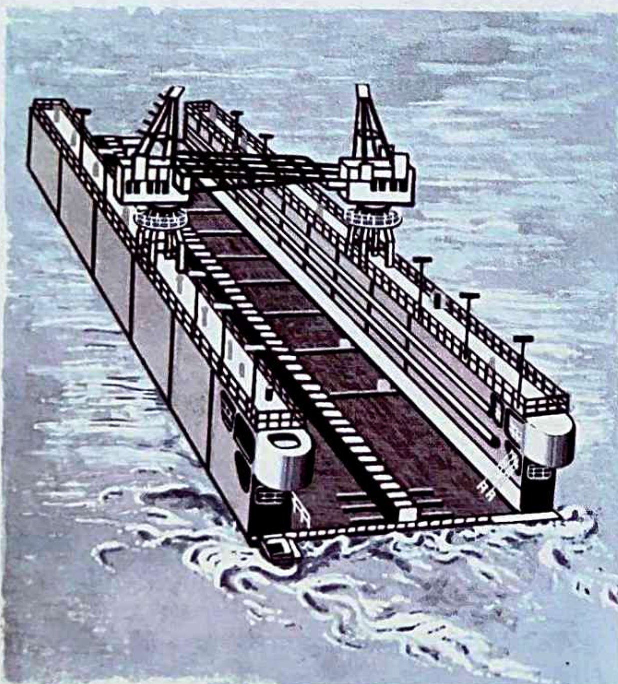
Brodski tunel osovinskog voda

Oprema broda. Brod se nakon porinuća otegli u *opremnu luku*, gdje se dovršavaju *nadgrađa*, ukrcavaju se kotlovi i turbine ili pogonski motori i svi ostali opremni predmeti.

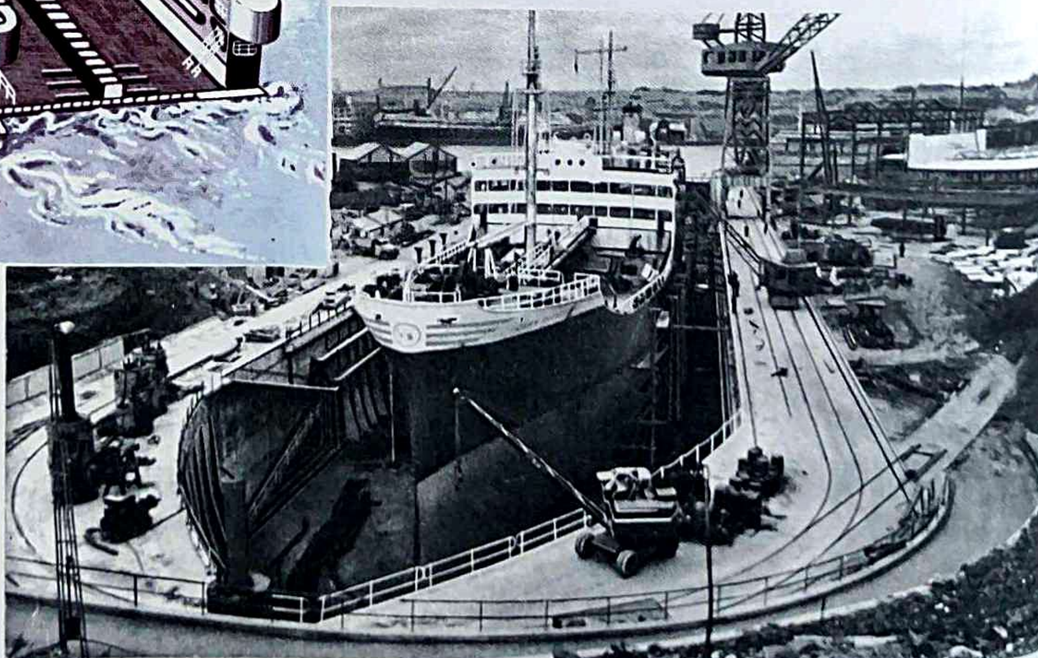
Motori se ukrcavaju kroz *grotlišta*, široke otvore u svim palubama iznad strojarnice, i namjeste se na svoja ležišta. Između osovine vijka, koja je namještena još na vlaci, i radne osovine motora namješta se čitav *osovinski vod* koji je sastavljen od nekoliko međuosovina i *odrivne osovine*.

Odrivna osovina se tako zove jer se ona okreće u *odrivnom ležaju*, koji je vrlo jakim okućjem učvršćen za brodski kostur i odupire porivu vijka. U odrivnom ležaju je debeo i čvrst greben koji silu poriva (potiska) ili vuče (vlaka) vijka prenosi na brodski trup. Kad u osovinskom vodu ne bi bilo odrivne osovine s odrivnim ležajem, vijak bi svojim porivom gurao ili vlakom vukao sam motor, a to bi uzrokovalo trenje i kvarove na podnožju motora.

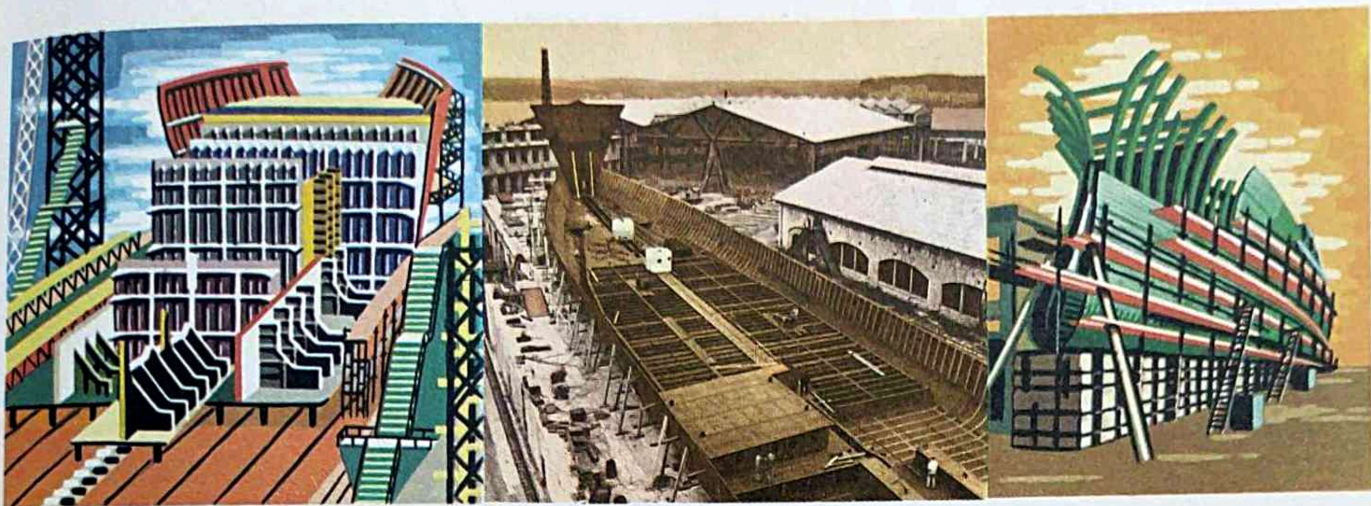
Osovinski vod prolazi *tunelom* koji je sagrađen od strojarnice do osovine vijka ispod krmenih skladišta i drugih prostorija.



Plovni dok u obliku slova U



Brod u suhom doku



Gradnja broda u brodogradilištu Uljanik (Pula). Sredina: gradnja dvodna; lijevo: postavljanje uzdužnih i poprečnih pregrada; desno: dovršavanje pramca i opločja

Odrivna osovina može biti spojena izravno s osovinom pogonskog stroja, ali ako se stroj okreće velikom brzinom, umeće se *prenosnik*, koji smanjuje brzinu okretanja vijka.

Na brodovima sa 2 ili 4 vijka svaku osovinu vijka pridržava izvan brodskog trupa dvonožni nosač koji se zove *skrok*.

Pokusna vožnja. Posve dovršeni brod napušta opremnu luku i odlazi na pokusnu vožnju, gdje se iskušavaju sva svojstva broda, a osobito njegova brzina i utrošak pogonskog goriva. Na pokusnoj vožnji ispituju, istodobno inženjeri brodogradilišta i budući brodovlasnik, vrijednost broda, pa ako je na njemu sve u redu, onda se izvrši *primopredaja*.

Dokovi. Ponekad se vrlo veliki brodovi grade u suhom doku. To je obzidani basen, izgrađen u obali s otvorom prema moru. Dno mu je 8—10 m ispod morske razine. Zatvara se nepropusnim *vratima*, a sisaljkama se može izbaciti iz njega sva voda tako da čitav basen ostane suh. Stoga se takav dok zove *suhi dok*.

Kad se brod izgradi toliko da mu je trup nepropustan, kroz cijevi se pusti voda u dok, i brod zapluta. Kad se razine vode u basenu i izvan njega izjednače, otvore se vrata, i brod se otegli iz doka u opremnu luku.

Dokovi se češće upotrebljavaju za čišćenje brodske *ribine* (podvodni dio). U tom slučaju brod se kroz otvorena vrata uvuče u dok, dobro se priveže i izravna tako da pluta tačno iznad pripremljenih *podloga*. Nakon toga se zatvore vrata basena i isisava voda. Kad brod lako sjedne na podloge tako da se više ne pomiče, podupru mu se oba boka vodoravnim gredama, pa pošto je dobro učvršćen, isiše se sva voda, i brod ostane na suhu.

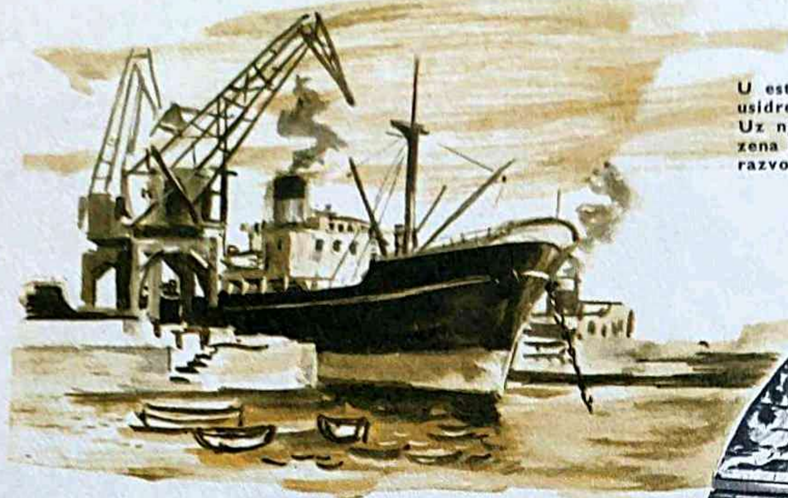
Druga su vrsta *plutajući dokovi*. To su čelične građevine u obliku slova U ili slova L. Plutajući dok ima dvostruko dno (*dvodno*) i široke uspravne bokove. U dvodnu su tankovi za vodu. Kad se tankovi napune vodom, dok toliko utone da se brod može dotegliti iznad vodoravne platforme. Pošto se iz tankova isiše voda, dok ispluta i podigne brod iz vode.

Kad se brodu očisti i oboji dno, dok ponovno utone, i brod se otegli iz uronjenog doka.

Dokovi imaju sisaljke za ispražnjivanje tankova i druge uređaje, npr. sisaljke za gašenje požara, kompresore za stlačeni zrak, uređaj za električno zavarivanje i autogeno rezanje.

Jugoslavenska brodogradilišta. Brod je veoma složena građevina. On je moderan i siguran plovni grad. Gradi ga, doduše, brodogradilište, ali u izradbi njegovih dijelova i opreme sudjeluju gotovo sve tvornice u državi. Brod je stoga svjedodžba tehničke sposobnosti neke zemlje, svjedodžba koja se otvoreno pokazuje širom svijeta. Brod je ponos naroda koji ga je sagradio, a stupanj razvitka brodogradnje ujedno je i stupanj tehničkog i kulturnog razvoja zemlje.

God. 1945. ostala su u Jugoslaviji posve razorena dva mala brodogradilišta. Danas ona ima velika i najmodernija brodogradilišta u Puli (Uljanik), Rijeci (Treći maj) i Splitu (Split), srednja brodogradilišta u Puli, Kraljevici, Malom Lošinju, Trogiru, Korčuli i Bijeloj u Boki Kotorskoj, te mnogo malih brodogradilišta duž cijele naše razvedene obale. Od 126 500 BRT starih parobroda 1945. naša je trgovačka mornarica do 1. I 1970. porasla na 1½ milijun BRT modernih teretnih i putničkih brodova, od kojih su najveći dio sagradila naša brodogradilišta. Osim toga, naša brodogradilišta i tvornice danas grade brodove do 200 000 BRT, parne turbine i dizel-motore i za druge zemlje u svijetu.



U estuarijskim lukama, na ušćima velikih rijeka, morski brodovi se usidre i privežu između stupova ili plutača usred lučkih basena. Uz njih se privežu riječne teglenice i elevatori. Tu se roba, dovezena morskim putem, prekrcava na teglenice, koje zatim svu robu razvoze rijekama i plovnim kanalima po cijeloj unutrašnjosti zemlje



Luke

Luka je dio morske, jezerske ili riječne obale, prirodno ili umjetno zaklonjen, gdje brodovi, zaštićeni od vjetra, valova, struja ili leda, mogu pristati ili se usidriti da bi iskrcavali ili ukrcavali putnike, teret, gorivo, hranu i vodu za posadu i putnike, da bi se u njima popravljali strojevi, uređaji ili brodski trup, ili čistili pojedini dijelovi broda. U lukama se posade odmaraju nakon dugih plovidbi. U ratno doba luke su dobro branjene, pa pružaju brodovima zaštitu od neprijateljskih napada.

U lukama se stječu i sastaju vodeni prometni putovi s kopnenima, pa one imaju i u ekonomskom pogledu veliko značenje. Budući da su prevozni troškovi na vodenom putu uvijek manji od troškova na kopnenim putovima, u modernim se lukama nalaze i tvornice koje prerađuju goleme količine sirovina što stižu morskim brodovima. Prerađevine se otpremaju u unutrašnjost željeznicom, kamionima ili riječnim brodovima. Ta prevozna sredstva voze, dakle, iz luka znatno manju težinu vrednije robe, koja može podnijeti i skuplje prevozne troškove. Tako se npr. od 12 000 t uranova smolinca koji je dovezen u luku velikim morskim brodovima nakon preradbe otprema u unutrašnjost samo jedan vagon od 12 t čistog urana. Zato se u lukama nalaze sve one talionice što tale rudu, koja se uvozi iz prekomorskih krajeva. U lukama su i rafinerije koje prerađuju naftu što se uvozi iz prekomorskih zemalja. Tako se i sve naše rafinerije nalaze u riječnim i pomorskim lukama: u Bosanskom Brodu, Sisku, Pančevu i Rijeci.



Riječka umjetna luka izgrađena je na ravnoj nerazvedenoj obali, a zaštićena je od valova i struja sa dva duga umjetna lukobrana. Brodovi pristaju uz gatove, obale i uz unutrašnju stranu lukobrana

Prirodne luke. Prema položaju i načinu gradnje razlikuju se *prirodne* i *umjetne* luke. Prirodne se luke nalaze u zaljevima, uvalama ili u ušćima rijeka. One su zaklonjene samim oblikom obale, pa je dovoljno da se samo urede (obzidaju i prodube) mjesta gdje će pristajati brodovi zbog ukrcavanja ili iskrcavanja robe. Naše su najveće prirodne luke: Pula, Zadar, Šibenik, Split, Ploče, Dubrovnik i Boka Kotorska. Sve one imaju cestovnu i željezničku vezu s unutrašnjosti za dopremu i otpremu robe i putnika.

Umjetne luke izgrađuju se na onom mjestu gdje kopneni prometni putovi završavaju na ravnoj obali bez prirodnih zaljeva. Taj se dio obale mora zakloniti od morskih valova umjetnim lukobranima i valobranima. *Lukobran* je dug na-

sip koji djelomično zatvara luku i pretvara je u umjetni zaljev. Naša je najveća umjetna luka Rijeka. Duži lukobran, dug gotovo 1 km, zatvara veliku riječku luku, a drugi lukobran, dug 500 m, zaštićuje sušačku luku. Iza čvrstih lukobrana, što prkose valovima, morska je površina uvijek glatka kao na jezeru, pa brodovi, privezani uz gatove i obale, i za oluje mirno ukrcavaju i iskrcavaju robu i putnike. *Gatovi* su obzidani nasipi okomiti na obalnu liniju, a brodovi pristaju uz njih s obje strane. I lukobrani su ponekad obzidani da mogu brodovi uz njih pristati, ali redovito samo s unutrašnje strane. Njihova vanjska izložena strana obično je kosa i sastavljena od nabacanih teških stijena, od velikih betonskih blokova ili trokrakih ježeva, na kojima se krši silovitost valova.

Ima mnogo luka koje su zatvorene sa dva lukobrana kao sa dva umjetna poluotoka, a u sredini je pred ulazom *valobran* kao osamljeni umjetni otok. I valobran može s unutrašnje strane biti obzidan da se uza nj mogu privezati brodovi što čekaju da se oslobodi koji gat ili lukobran, gdje su dizalice, skladišta i željeznički kolosijeci za prekrcavanje robe.

Valobrani i lukobrani moraju biti vrlo čvrsto građeni, osobito na otvorenim oceanskim obalama, jer mlatanje valova (udaranje valova o okomite obale i zidove) ima golemu snagu. Na mnogim mjestima dosada se dogodilo da su valovi razorili umjetne obale, izgrađene od najčvršćeg betona. Pred Orašcem kod Dubrovnika valovi su otkinuli polovinu lukobrana i odnijeli kamenje u dubinu. U Rijeci na Brajdici pred nezaštićenom obalom raznijeli su čitav betonski pristan. U Irskoj su golemi olujni valovi otrgli čitav lukobran, težak 26 000 t, zajedno s odlomljenim dijelom živog grebena, na kojem je bio lukobran sagrađen, i prenijeli ga daleko usred luke.

Estuarijske luke. Estuarij je široko ljevkasto riječno ušće. U njemu su izgrađeni poprečni gatovi, a između njih ostaju uski i dugi *lučki dokovi*. Budući da se u estuarijskim lukama najviše robe prekrcava iz morskih brodova na riječne teglenice ili obratno, brodovi se privezuju usred lučkih basena o stupove ili plutače tako da teglenice mogu pristati uz brod s jedne i s druge strane.

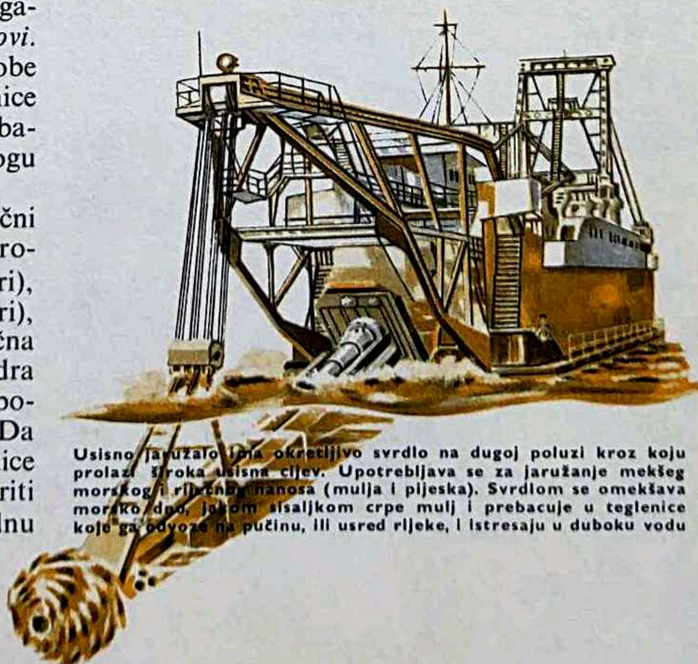
Nedostatak je estuarijskih luka da ih riječni mulj zamuljuje, pa se često moraju *jaružati* (produbljivati). Za jaružanje služe *jaružala* (bageri), kojih ima dvije vrsti. Jedni su *kabličari* (vedričari), na kojima se kablići (vedra) okreću oko pomična rila, koje se može spustiti do željene dubine. Vedra grabe na dnu mora mulj, dižu ga i izbacuju u posebne teglenice, kojima se prevozi na pučinu. Da se na pučini mulj ne bi morao iskrcavati, teglenice (klapete) su uređene tako da im se može otvoriti dno, pa mulj sam ispadne. Da pri otvorenu dnu teglenica ne bi potonula, ugrađeni su sa strane tankovi, koji održavaju teglenicu na površini.

Druga su vrsta *usisna jaružala.* Ona imaju u trupu vrlo jake sisaljke, koje kroz duge cijevi usisavaju mulj i sitni pijesak s morskog dna i izbacuju ga u teglenice. Da bi se gust i tvrd mulj lakše usisavao, na vrhu jaružalova rila je svrdlo koje rastresuje naslage mulja i pijeska.

Plimne luke grade se na obalama gdje je zbog plime i oseke velika razlika između visoke i niske vode. Ima luka gdje je za visoke vode uz gatove more tako duboko da uz njih mogu pristati i veći brodovi, a poslije šest sati, za niske vode, čitav se lučki basen isprazni, i usred luke ribari hodaju po vlažnu mulju tražeći morske životinje. U lukama s velikim prometom, gdje oceanski brodovi i po nekoliko dana ukrcavaju ili iskrcavaju teret, ne smije se dopustiti da za niske vode brodovi



Dubrovačka prirodna luka u Gružu zaklonjena je od valova i struja poluotokom Lapadom, zbog toga pred gruškom lukom nema umjetnih lukobrana. U njoj su samo zidane obale i jedan gat za pristajanje brodova. Na obalama su željeznički kolosijeci i skladišta



Usisno jaružalo ima okretljivo svrdlo na dugoj poluzi kroz koju prolazi široka usisna cijev. Upotrebljava se za jaružanje mekšeg morskog i riječnog nanosa (mulja i pijeska). Svrdlom se omekšava morsko dno, jakom sisaljkom crpe mulj i prebacuje u teglenice koje ga odvoze na pučinu, ili usred rijeke, i istresaju u duboku vodu

ostanu na lučkom dnu u mulju. Stoga se takve luke zatvaraju debelim i jakim lukobranima, na kojima su samo jedan ili dva uska prolaza, što se mogu zatvarati nepropusnim vratima kao u provodnicama.

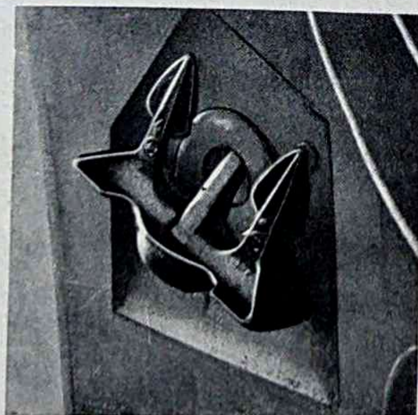
Lučka vrata su otvorena od nekoliko sati prije do nekoliko sati poslije trenutka visoke vode, a kad se zbog oseke počne vodostaj spuštati, vrata se zatvore. U luci ostanu zatvoreni svi brodovi, koji i dalje plutaju na ustavljenoj vodi, iako pred lukobranom ponegdje prilaz luci posve presuši. Brodovi koji doplove za niske vode moraju čekati usidreni na sidrištu sve dok ne dođe plima i dok vodostaj toliko ne poraste da se mogu otvoriti lučka vrata.

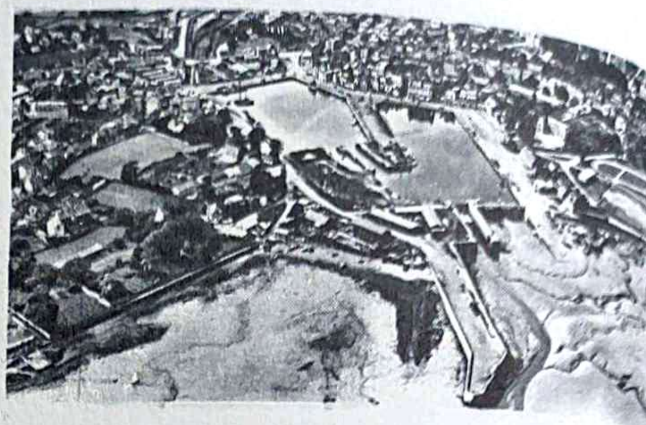
Sidrišta su otvorena a ponekad i zaklonjena morska područja, gdje je dno obično pjeskovito ili muljevito, a dubine su umjerene da se brodovi mogu sidriti zbog odmora posade ili da sačekaju pogodno vrijeme za ulazak u luku. Na sidrištima pred lukama brodovi ponekad čekaju da dođu na red dok se oslobodi gat ili pristan za iskrcavanje i ukrcavanje robe. Ima u svijetu i posve malih lučica, u koje se mogu zakloniti male teglenice, ali kroz takve luke ipak prolazi poveća količina sirovina. Oceanski brodovi usidre se na sidrištu pred lučicom, a robu prevoze iz luke do broda male teglenice što ih tegle tegljači. Ako se more uzburka, ukrcavanje se prekida, i brod čeka na sidrištu da se more smiri. Ponekad brod mora dići sidro i otploviti te na pučini, daleko od opasne obale, pričekati dok se ne poboljša vrijeme i more ne primiri.

Sidro je velika kotva koja se s broda obara na morsko dno, gdje se ukopa i drži brod da ga struja i vjetar ne nose. Svaki brod ima najmanje dva glavna i nekoliko manjih pomoćnih sidara. Glavna sidra zaskobljena (zakvačena) su *skobama*

Lijevo: staro admiralitetsko sidro ležalo je na brodskom pramcu izvan razme; imalo je poprečnu gredu koja ga je na morskom dnu okrenula tako da se jedna lopata zakopala u mulj. Desno: moderno zglobno sidro bez grede uvučeno u pramčanom ždrijelu. Ono se na morskom dnu uvijek ukopa s obje lopate jer ih pandže iskrenu







Kad za oseke vodostaj počne naglo opadati, plimne luke se zatvaraju nepropusnim vratima, kako bi u lučkom basenu ostala dovoljno visoka voda da brodovi mogu iskrcavati i ukrcavati robu. Vrata se otvaraju onda kad se vanjska razina izjednači s unutrašnjom

(otvorenim karikama) za debeli lanac, dug 100 do 250 m, koji je složen u *lančanicama* (spremištima za lance) u brodskom pramcu. Kad brod plovi, sidra su uvučena u *ždrijelima* (otvori u brodskom rilu) i učvršćena čeličnim *zaporima*. Kad se brod treba usidriti, mora se najprije zaustaviti, onda se otvore zapori, sidro ispadne iz ždrijela i tone na morsko dno, a lanac istječe iz broda. Kad sidro padne na dno, ono s gibljivim lopatama leži vodoravno, ali čim brod i malo povuče lanac, donja ukopana pandža zbog trenja okrene lopate prema dolje i one se ukopaju u mulj ili pijesak.

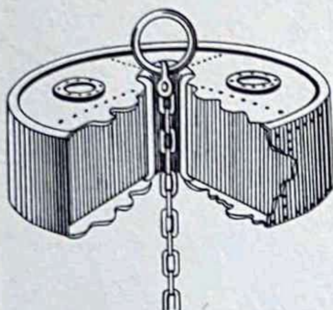
Brod se redovito sidri jednim sidrom i pri tom ispusti tri puta više lanca nego što je more duboko. Ako je vrijeme sumnjivo, ako duše žestok vjetar, ili su morske struje brze, obaraju se dva sidra i ispušta se 5—7 puta više lanca nego što je dubina mora. Što je ispušteni lanac dulji, sidro bolje drži. Ako su struje i vjetar prejaki, sidro počne *orati* po dnu. Kad brod sidrom ore, treba još ispustiti lanac, ali ako ni to ne pomogne, treba odmah sidrenim vitlom uvitlati lance, dići sidro, otploviti i na pučini pričekati dok se vjetar stiša i struje smire.

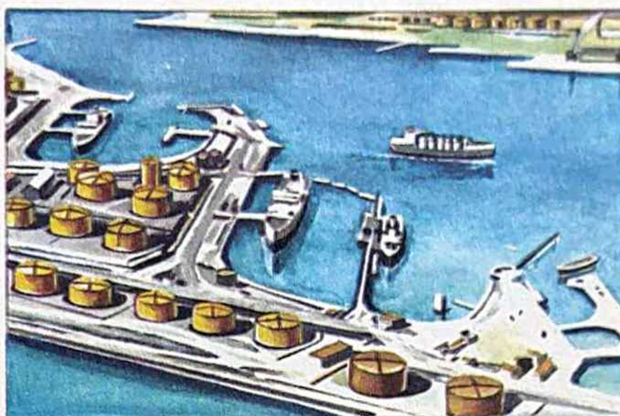
Plutače. Na nekim su sidrištima usidrene plutače o koje se brodovi privezuju. Plutače su velika valjkasta čelična šuplja tijela s promjerom od 2 do 5 m, usidrena sa 2—3 velika *polusidra*. Usred plutače je pošira cijev kroz koju je provučen debeo lanac što završava velikom karikom. Da plutača ne bi potonula ako brod slučajno u nju udari i probije je, ona je sa 3—4 pregrade podijeljena u 3—4 nepropusne ćelije. Brod se priveže za kariku čeličnim užetom ili lancem.

Kad je usidren ili privezan za plutaču, brod *lazi* (okreće se) oko sidra odnosno plutače, prema tome kako vjetar i struje mijenjaju smjer. Pri sjevernom vjetru brod je okrenut krmom prema jugu, a pri južnom vjetru okrenut je krmom prema sjeveru. Središte je *laznog kruga* u sidru, odnosno u plutači, a promjer mu iznosi koliko duljina lanca i broda zajedno. Stoga se jedan brod nikad ne

Privezna plutača, podijeljena na 4 nepropusne pregrade i usidrena je s 3 ukopana admiralitetska teška polusidra







Petrolejska luka redovito je odijeljena od ostalih basena u trgovačkoj luci kako bi se izbjegla opasnost od požara. Brodovi, koji iskrcavaju ili ukrcavaju zapaljivo tekuće gorivo, zatvore se u luci plutajućom barikadom kako se plamen na vodi ne bi proširio lukom

smije usidriti posve blizu drugog broda, a i plutače ne smiju biti preblizu jedna do druge. Ponekad su plutače usidrene na pravilnim razmacima u nekoliko redova, pa se i brodovi mogu privezati u redovima pramcem i krmom za plutače. Tako zauzimaju mnogo manje mjesta na sidrištu, jer za promjene vjetra i struje ne laze.

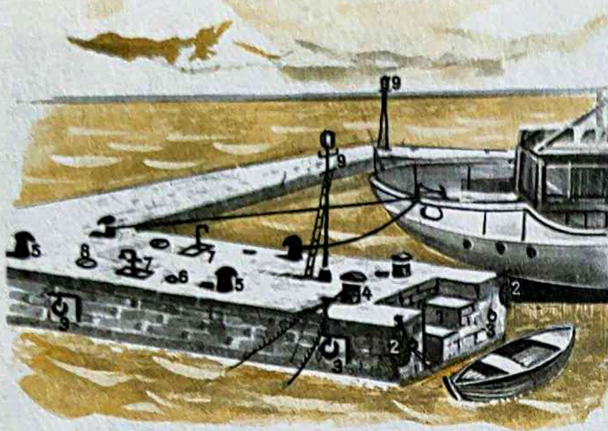
Prema namjeni luke se dijele na ratne, trgovačke, ribarske i sportske. Ako služe za više svrha, nazivaju se *opće luke*. Ali i opće luke obično imaju posebne basene za ratne, teretne, putničke, ribarske i sportske brodove. Neke luke imaju posebne basene za brodove što prevoze naftu, ugljen, rudu, voće itd. Naša Rijeka ima posve odvojenu luku za tankere što dovoze naftu riječkoj rafineriji. Takve tzv. petrolejske luke uvijek su odvojene od opće luke, zbog opasnosti od požara.

Ratne luke imaju dokove pa i brodogradilišta za gradnju ili barem za popravke oštećenih ratnih brodova. U njima su i radionice za održavanje različnih oružja, za popravak mehaničkih i elektronskih sprava, skladišta opreme, oružja, municije i goriva, hrane, vode, sredstava za zatvaranje ulaza u luku itd. Oko luke su utvrde i topovske baterije za obranu od morskih, kopnenih i zračnih napada, aerodromi i hidrodromi (za hidroavione), reflektori, radari, osmatračnice, radiogoniometri i druga obrambena sredstva.

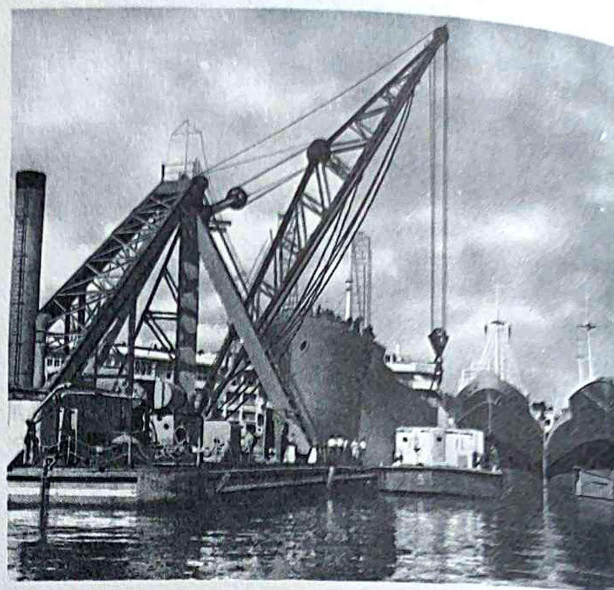
U ratu se ratne luke zatvaraju čeličnim *mrežama protiv podmornica*, plutajućim barikadama protiv jurišnih čamaca i živih torpeda i ultrazvučnim apa-

Pomorsko ratno uporište: 1. minsko polje, 2. smjerovi za prolazak kroz minsko polje, 3. kabelske petlje podvodnih osluškivača, 4. hidrofoni, 5. podvodni električni lokatori, 6. protupodmorničke mreže, 7. barikade, 8. protutorpedne mreže, 9. stražarski brodovi, 10. reflektori, 11. podvodni ultrazvučni tražioci, 12. protupožarna barikada, 13. topovi za obranu prepreka i protuavionski topovi, 14. projektili zemlja-uzduh, 15. utvrda s topovskim i torpednim baterijama, 16. obalni svjetionici, 17. skloništa za torpedne i raketne čamce, 18. podmorničko sklonište, 19. luka za površinske brodove, 20. brodogradilište, 21. skladište mreža, 22. skladište goriva, 23. petrolejska luka





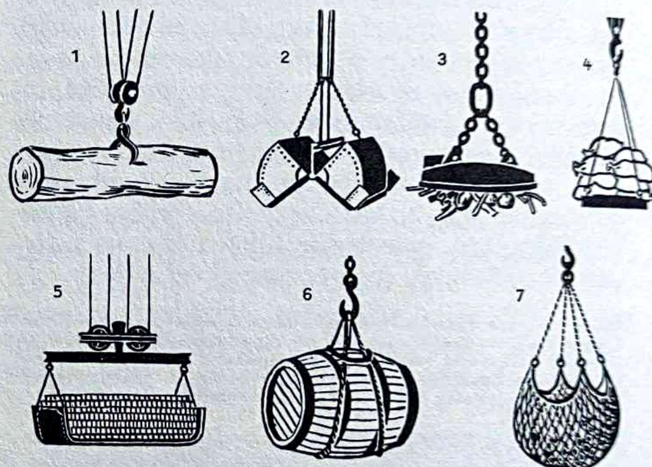
Mali gat za jahte: 1. stepenice na glavi gata za izlazak iz čamaca, 2. brodobrani, 3. karike za privez čamaca, 4. i 5. privezne bitve, 6. priključnica za telefon, 7. priključak na gradski vodovod (hidranti), 8. električna priključnica, 9. lučka svjetla



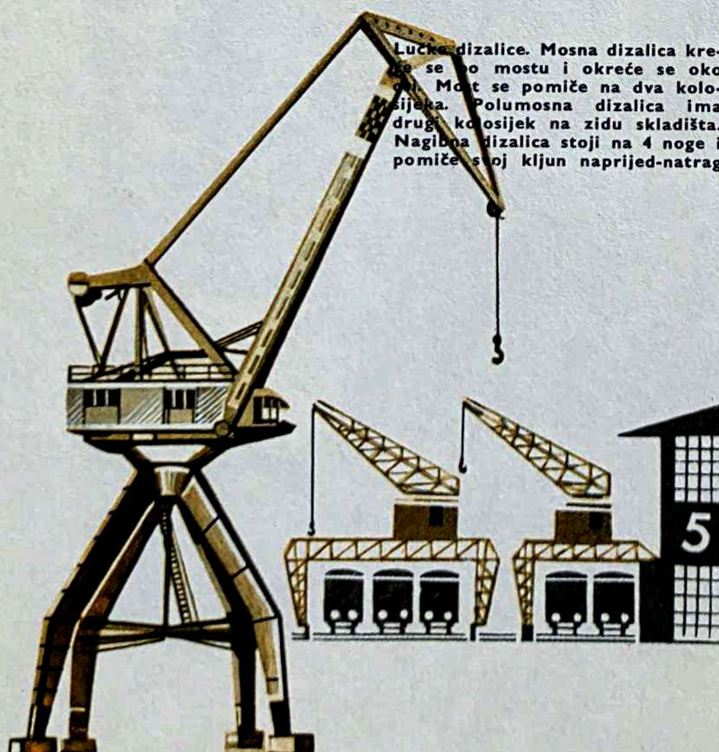
Lučka plovna dizalica

ratima (pelima) protiv ljudi-žaba. Ispred luke se polažu *obrambena minska polja*, u kojima se ostavljaju tajni prolazi za vlastite brodove. Na obali se postavljaju i topovi kojima se brane mine protiv neprijateljskih minolovaca.

Oko usidrenih brodova polažu se *protutorpedne mreže* koje zaštićuju brodove od torpeda što bi ih mogli izbaciti torpedni avioni. Oko luke ispuštaju se do umjerene visine *privezani baloni* da bi se onemogućio torpednim avionima prilaz i napad torpedima. Ponekad se oko luke postavljaju i *maglenici*, koji se na znak preduzbune, ako ustreba, otvaraju iz jednoga središnjeg mjesta da zamagle cijelu luku ili samo jedan dio kako magla ne bi smetala vlastitoj obrani. U luci i u naseljima oko nje izgrađena su skloništa za ljude i radionice, zakloništa s debelim oklopnim krovovima za male brodove i podmornice. Tu su sredstva protiv požara, nuklearnih zračenja i bojnih otrova, kao i bolnice, stanice za spasavanje, ronilačke ekipe i druga obrambena i zaštitna sredstva.



Oprema za ukrcavanje i iskrcavanje tereta: 1. kliješta za oblice, 2. grabilica za rudu, 3. magnet za željezo, 4. ploča za vreće, 5. kopanja za cigle, 6. grljak za bačve i sanduke, 7. platnjača za ugljen



Lučke dizalice. Mosna dizalica kreće se po mostu i okreće se oko osi. Most se pomiče na dva kolosijeka. Polumosna dizalica ima drugi kolosijek na zidu skladišta. Nagibna dizalica stoji na 4 noge i pomiče svoj kljun naprijed-natrag

Trgovačke luke dijele se na teretne, putničke i mješovite. Sve luke moraju imati gatove i *pristane* (zidane obale) uz koje je voda dovoljno duboka. Uz rubove gatova i pristana ugrađene su *privezne bitve*. To su kameni ili željezni stupovi za koje se privezuju brodska privezna užeta. Moderne željezne bitve imaju oblik kljuna da se uže ne otkači, osobito kad je uz obalu privezan visok brod.

Na svim gatovima i pristanima provedene su vodovodne cijevi s *hidrantima* za ukrcavanje vode u brodove, ali i za vatrogasnu službu. Uz obalu su položene tračnice za dizalice i željeznički kolosijeci za teretne vagone. Iza kolosijeka su prostrana *lučka skladišta* za onu robu koja se neko vrijeme zadržava ili prikuplja u luci.

Dizalice. U lukama se upotrebljavaju mosne ili polumosne dizalice. *Mosne dizalice* imaju podnožje u obliku mosta, koje se pomiče po dvjema tračnicama na obali ili gatu, a duž mosta se kreće okretljiva ili nagibna dizalica.

Moderne mosne dizalice imaju uska četveronožna podnožja. *Polumosne dizalice* pomiču se jednim podnožjem po obalnoj tračnici, a na drugoj se strani sam most pomiče na kotačima po visokoj tračnici, pričvršćenoj o zid skladišta.

Na starim dizalicama gornji se dio mogao okretati, ali okretanju su smetali brodski jarboli. Stoga se čitav gornji dio dizalice morao pomicati po mostu naprijed-natrag i okretati se desno-lijevo. Takav je rad dizalice bio spor. Moderne dizalice su *nagibne*; kljun im se brzo pomiče naprijed-natrag, i one se ne moraju okretati, a što je najvažnije za brzinu prekrcavanja, obješeni teret ostaje pri pomicanju neprekidno na istoj visini.

Plovna dizalica sagrađena je na četverokutnu pontonu, u kojemu se nalazi parni kotao, što daje paru motovilu za dizanje i spuštanje tereta, stroju za okretanje dizalice i stroju za nagibanje i uspravljanje pomičnog kljuna (najvišeg dijela dizalice). U pontonu može biti i parostroj, koji okreće vijak i premješta dizalicu po luci. Umjesto parostroja moderni pontoni imaju dizel-motore za pogon vijaka i za okretanje električnih generatora. Ti generatori daju električnu energiju motovilu, kojim se diže teret, sidrenim vitlima, elektromotorima, koji okreću čitavu dizalicu na kružnim tračnicama, i motoru što nagiba kljun dizalice.

Plovne dizalice se upotrebljavaju kad brod iskrcava teret na sredini lučkog basena, ali iskorišćuju se i uz brodove na gatovima kad se želi iskrcavati roba sa dvije strane. S kopnene strane rade lučke dizalice na obali ili gatovima, a s morske strane plovne dizalice.

Dizalice prekrcavaju robu jakom *kukom*. Tako se prekrcavaju veliki sanduci i daske, ali oko njih se moraju oviti *grljci* od konopa ili od čeličnih užeta. Ruda se prekrcava *grabilicom* koja se spušta u otvorenu položaju da bi se ukopala, a zatim se pri podizanju sama zatvara i zahvaća rudu. Na isti način prekrcavaju se i drugi sipki tereti: pijesak, šljunak, ugljen pa i kava i riža ako se prevoze u *rasutu stanju*.

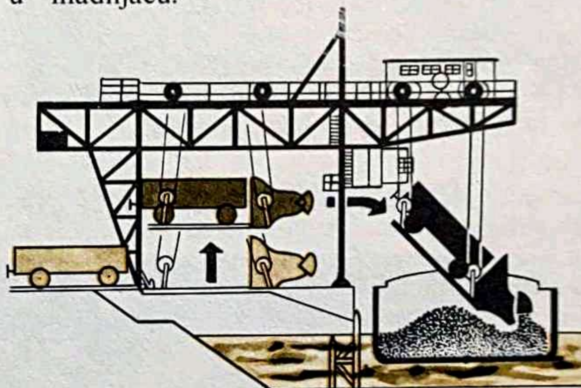
Kontejneri se prekrcavaju četverokukama koje se zakače za karike na okovima. Automobili se dižu mrežom ili križevima; lokomotive i vagoni jakim kladama; cigle, crepovi i druga sitna roba pločama; velike grede kliještima, bačve grljcima itd.

U velikim lukama ima posebnih dizalica koje podižu čitav otvoreni teretni vagon, pun rude ili ugljena, pa ga nagnu toliko na prednju stranu da se ruda ili ugljen istrese kroz otvorenu prednju stijenu izravno u brodsko skladište.

Još su moderniji *elevatori*, osobita dizala s kablićima ili kopanjicama na beskrajnim lancima koji se neprekidno pomiču preko zupčastih kola. Kablići grabe rudu u brodskom skladištu, dižu je povrh palube i istresaju na pomične gumene ili čelične trake, koje je prenose u skladišta na kopnu.

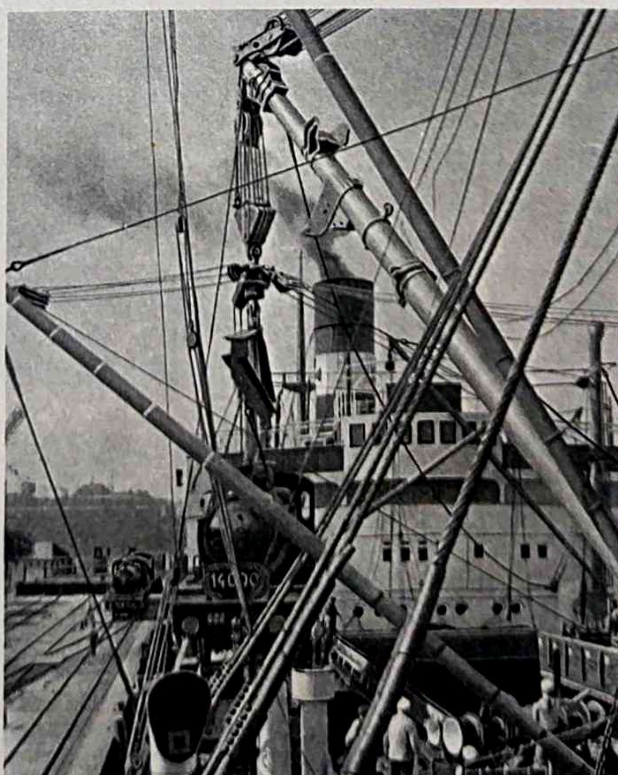
Žito se ukrcava u rasutu stanju istresanjem iz *silosa* (visoka žitna skladišta) kroz cijevi ravno u brod. Za iskrcavanje rasuta žita iz brodova upotrebljavaju se elevatori sa zrakopraznim cijevima. Elevatori su sagrađeni na obali u silosu ili na posebnim pontonima tako da se mogu premještati po luci gdje ustreba. U pontonu je dizel-motor sa snažnim zračnim puhalom. Zrak prolazi velikom snagom kroz velik rezervoar na vrhu elevatora i stvara zrakoprazan prostor u cijevima koje su spuštene do žita u brodskom skladištu. Zrakoprazne cijevi usisavaju žito u brodu zajedno sa zrakom i dižu ga u kotao. Odatle žito pada kroz uređaj za vaganje u manji spremnik, a iz njega u lučku teglenicu. Slične uređaje za dizanje, vaganje i čišćenje žita imaju i silosi.

Posebne su vrsti dizala za iskrcavanje voća, osobito banana u grozdovima. Takva dizala imaju pomične platnene kese koje se dižu iz broda okomito uvis, gibaju se po vodoravnu mostu do skladišta na obali, gdje se opet okomito spuštaju u hladnjaču.



Gore: dizalica za istresanje sipka tereta, rude i ugljena iz vagona

Dolje: moderne jake brodske tovarice za ukrcavanje najtežih tereta





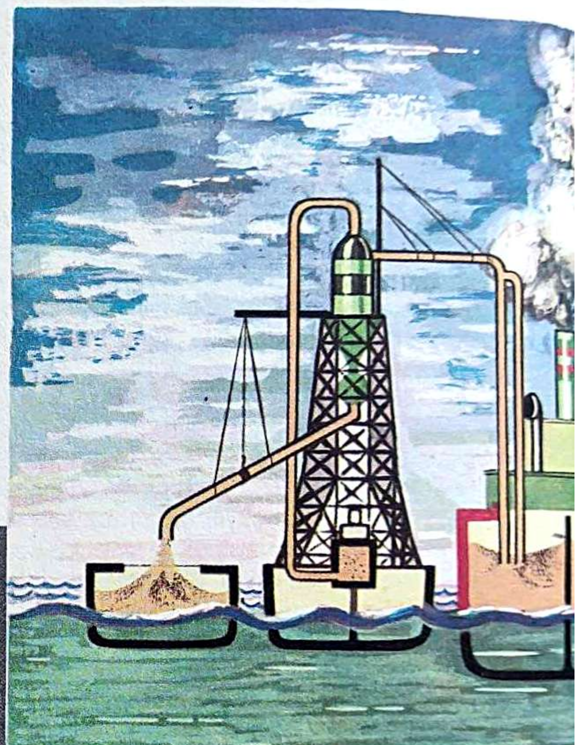
Brodska mosna dizalica za ukrcavanje velikih kontejnera

U lukama, gdje nema nikakve opreme na kopnu, brodovi ukrcavaju i iskrcavaju robu svojim tovaricama i motovilima. *Tovarice* (samarice) su kose drvene ili čelične oblice, učvršćene na palubi i pridržavane čeličnim užetima za jarbol. Mogu se spustiti paralelno s palubom kad brod plovi i dići koso uvis u luci kad se ukrcava teret. Obično su iznad svakog otvora (grotla) na palubi najmanje po dvije tovarice, tako da se jednom može prekrcavati teret preko desne, a drugom preko lijeve strane broda. Ponekad se iskorišćuju i obje tovarice na istoj strani.

Nafta se iskrcava s brodova snažnim sisaljkama, koje se nalaze na brodu ili na kopnu, kroz široke naftovode. Da bi se nafta mogla ukrcati u više tankera istodobno, danas se u nekim izvoznim lukama za naftu polažu naftovodi i po morskom dnu do posebnih priveznih plutača koje su usidrene sa 4 sidra. Tada brodovi mogu ukrcati naftu i kada su privezani usred luke ili sidrišta.

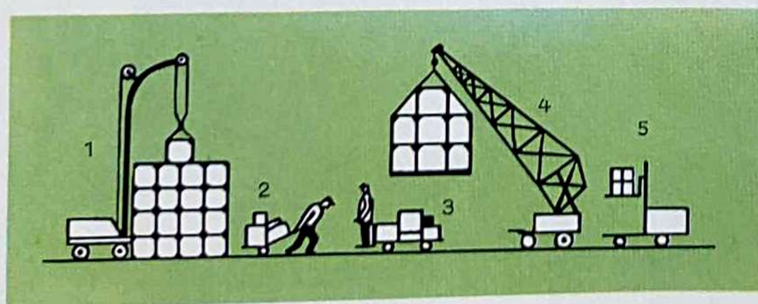
Promet je najživlji u ušćima velikih rijeka jer tu završava pomorska a počinje riječna plovidba





Lučki uređaj za brzo is
žito u brodskom skladi
iz njega u riječnu tegle
otprašuje, prosijava, sor

Različna prijevozna sredstva u lučkom skladištu: 1. sohar, 2. tačke, 3. električna kolica bez prikolice, 4. dizaličar, 5. motorni viljuškar

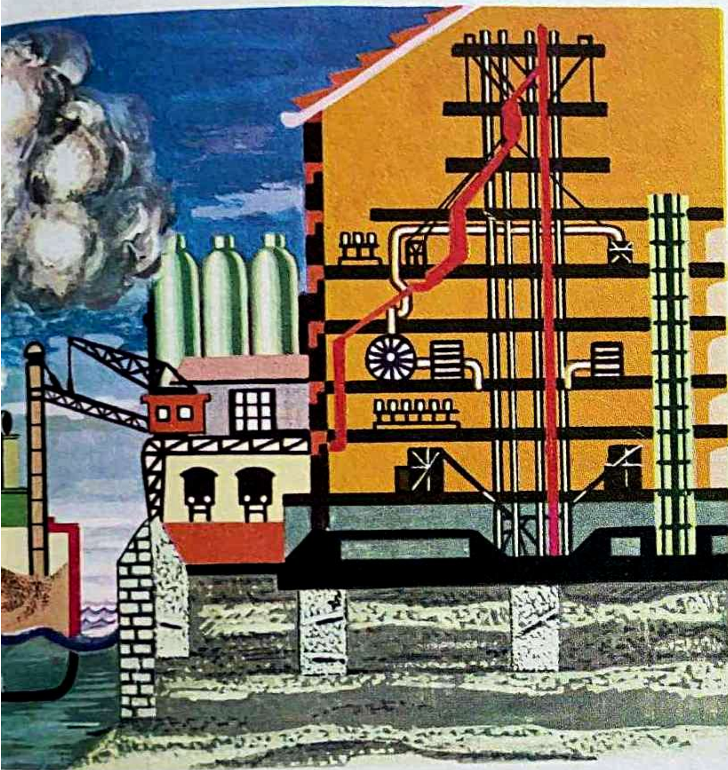


Lučka skladišta veoma su važan dio lučkih uređaja. Na mjestima, gdje pristaju linijski teretni i putničko-teretni brodovi, skladišta su obično posve blizu obale, a kolosijeci su iza njih jer se sva raznovrsna roba, koja dolazi željezničkim vagonima iz tvornica, prikuplja i sortira prema odredišnim lukama u skladištu, a tek se odatle po grupama ukrcava na brod.

Na onim dijelovima luke, gdje se prekrcava jednovrsna roba, željeznički kolosijeci su uz obalu jer se najveći dio robe prekrcava odmah iz vagona, a iz skladišta se uzima samo dopuna one količine robe koja nije mogla stići na vrijeme.

Za brzo unošenje, slaganje, premještanje i iznošenje robe u skladištima se danas upotrebljavaju najviše električna ili motorna kolica na gumenim kotačima s viljuškama za dizanje tereta. Takvim se *viljuškarima* roba najbrže prevozi.

Svaka moderna luka mora imati i *hladnjače* u kojima se prikuplja ohlađeno ili smrznuto meso,

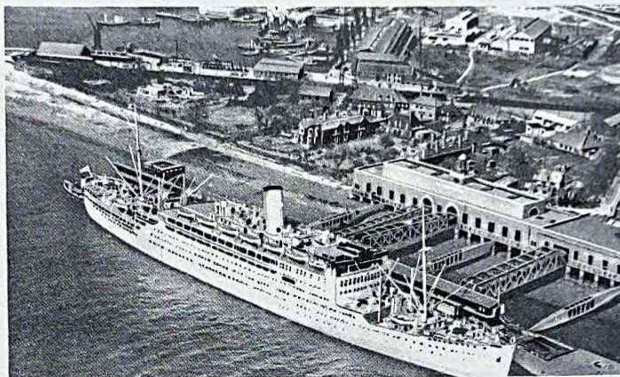


vanje žita iz brodova u lučki silos i u riječne teglenice. Plovni elevator usisava diže ga u kotao. Odatle žito pada kroz uređaj za vaganje u manji spremnik, a Na drugoj strani broda elevator s lopaticama diže žito u lučki silos gdje se ono važe i pohranjuje do otpreme. Ovakvom opremom iskrcava se 50 000 t žita na sat

riba, voće, povrće i druga pokvarljiva roba. Neka su skladišta uređena da se ljeti hlade a zimi griju, tako da se održava stalna temperatura (npr. za banane od 12°). U nekim lukama postoje prostrane staje s veterinarskom stanicom za pregled žive stoke, tankovi za tekućine (vino, šećernu melasu), pa silosi s ljuštionicama riže, dobro izolirani tankovi za plinove s plinovodima do obale itd.

Što je luka bolje uređena i opremljena, kroz nju prolazi to više robe i u nju dolazi to više brodova. Brod ne privređuje kad stoji nepomično u luci, nego samo kad plovi. Stoga brodovlasnici i trgovci biraju od dvije susjedne luke uvijek onu u kojoj brodovi manje gube vremena za ukrcavanje i iskrcavanje robe i gdje su sigurnija skladišta da se roba ne pokvari.

Putničke luke su rjeđe. Nalaze se na onim mjestima gdje svršavaju željezničke pruge kojima dolaze putnici što putuju u prekomorske krajeve, ili odakle se znatno skraćuje trajanje morskog putovanja, jer putnici radije plaćaju i nešto višu cijenu na željeznici ako mogu kopnom brže stići u odredište nego obilaznim morskim putem. Ve-

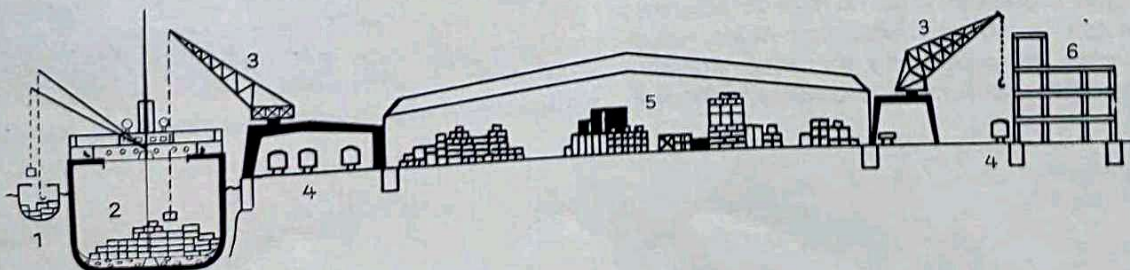


Lučki putnički kolodvor

lika je putnička luka Southampton (Sautemptn) u Engleskoj. Brzi prekoatlantski brodovi koji dolaze iz New Yorka ne plove oko čitave južne Engleske i uz Temzu do Londona, nego iskrcavaju putnike u Southamptonu, odakle oni stižu u London vlakom za 90 min. Isto se tako i putnici iz Amerike za čitavu sjeverozapadnu Evropu iskrcavaju u luci Cherbourg (Šerbur), odakle odlaze vlakom u Pariz, a odatle u druge gradove. Slično je i na povratku: svi putnici iz sjeverozapadne Evrope dolaze preko Pariza u Cherbourg, a iz Velike Britanije u Southampton, gdje se ukrcavaju na brodove koji plove u New York.

Velike putničke luke imaju posebni *lučki putnički kolodvor*. Vlakovi ulaze u prizemlje velike kolodvorske zgrade, koja je izgrađena na gatu. Pomičnim stepenicama ili dizalima putnici dolaze u prvi kat, gdje su obično putničke agencije, carinarnica, pošta, telegraf, telefon, garderobe, restauracije, ambulante, brijačnice, češljaonice, trgovine, kavane itd. Odatle odlaze preko zatvorena ostakljena mosta ravno u unutrašnjost prekoatlantskog broda koji je privezan uz kolodvorski gat.

Presjek lučkog pristana sa skladištima: 1. riječna teglenica, 2. pomorski brod, 3. dizalice, 4. vagoni, 5. slagališta za sortiranje prolazne robe, 6. carinarnica i skladište za dulje uskladištenje robe





Ribarska luka

Ribarske luke obično su i uporišta ribarskih brodova koji odlaze na ribanje i na daleka lovišta. U takvim se lukama nalaze vlake, dokovi i radionice za popravke brodova, strojeva i elektronskih oprema (radio-stanica, radara, ultrazvučnih tragača ribe i hladionika). Tu su i skladišta ribarske opreme (mreža, čeličnih užeta, plovaka, olovnih utega, udica, uzica, konopa, vrša, harpuna itd.). Najvažnije su tvornice leda i hladnjače, pa i skladišta soli za konzerviranje ribe. Ponekad su u luci i tvornice ribljih konzervi, limenih kutija, bureta i sanduka.

U velikim ribarskim lukama postoji i riblja burza, gdje se riba prodaje trgovačkim poduzećima, koja kupuju ribu od ribara i zadruga na veliko. Do hladnjača dolaze željeznički kolosijeci, pa se riba može brzo prebaciti u hladnjačke vagone i otpremati u unutrašnjost u smrznutu stanju.

Sportske luke su dobro zaklonjene uvale ili umjetno izgrađeni baseni s mnogo priveznih mjesta, malih plutača i plovaka gdje se privezuju jedrilice i sportski motorni čamci. Tu su i male vlake za izvlačenje brodića na suho zbog čišćenja, popravaka i bojadisanja. Osim toga, u njima su drvodjeljske, mehaničke, jedrarske, ličilačke i druge radionice. Uz luku su domovi jedriličkih, veslačkih i pomorsko-motornih društava s društvenim prostorijama, restauracijom, prenoćištima za goste i skladištima za brodsku opremu.

RIJEČNE LUKE

Riječne luke su obično umjetne. U jednoj ili u obje riječne obale udubljuju se lučki baseni, a između njih se ostavlja suho tlo koje je obzidano u obliku gatova. U rijekama koje teku većom brzinom ulazi su u basene s nizvodne strane, a s uzvodne strane probijeni su samo uski kanali ili podvodni rovovi za ispiranje basena i obnavljanje vode u njima. U tako izgrađenim basenima nema opasnosti od ledenih santi što plutaju niz rijeku jer one ne mogu ući u basene.

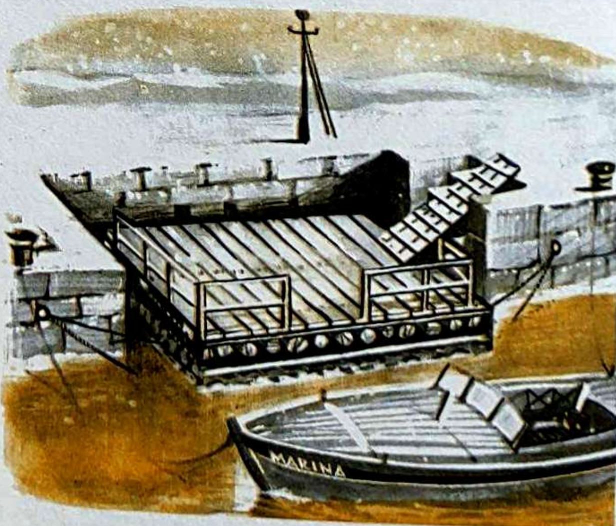
Riječna pristaništa su mjesta na riječnoj obali koja su uređena tako da brodovi mogu pristati uz obalu. Kako na rijekama nema valova, pristanište je lako urediti. Obično je dovoljno opločiti nasipe da se ne odronjavaju. Veća pristaništa imaju stepeničastu obalu kako bi se roba mogla lakše iskrcavati pri različnim visinama vodostaja.

Da bi se putnici mogli lakše ukrcavati i iskrcavati, privezuju se uz riječni nasip četverokutni pontoni, *plutajući pristani*, koji se dižu i spuštaju kako vodostaj raste ili pada. Pristani su spojeni s obalom mostovima.

Štekovi (mali pristani) su stare teglenice, usidrene i privezane uz obalu i poduprte jakim *odbojnicima* od greda da se ne pomiču kad parobrodi pristanu uz njih. S obalom su spojeni mostovima. Na palubi teglenice izgrađene su obično dvije kućice, u kojima su čekaonica, biljetarnica i čuvarev stan. Uz štekove pristaju na kraće vrijeme lokalni brodovi koji prevoze putnike, prtljagu i sitnu robu.

Zimovnici su prirodni zaljevi ili mrtvi riječni rukavi gdje se brodovi preko zime zaklanjaju od leda. U njima su obično radionice za popravke i društvene prostorije s restauracijama i upravnim poslovnicama.

Zimovališta su prirodne uvale ili mjesta nizvodno od istaknutih rtova koja su zaštićena od direktnog udara ledenih santi ili čitava ledenog pokrova rijeke kad u proljeće led krene niz vodu pošto se odvoji od obale. U zimovališta se zaklanjaju riječni brodovi samo onda kad ih na plovidbi iznenadi naglo smrzavanje rijeke, pa više nemaju vremena da doplove do zimovnika. Mali brodići izvlače se preko zime na kopno.



Riječni pristan koji se diže i spušta s promjenom vodostaja



Spasavanje

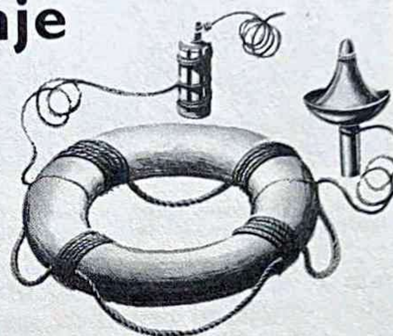
Spasavanje ljudi. Prvi tko opazi da je netko od putnika ili od posade pao s broda u more, mora glasno uzvikivati »*čovjek u vodi*« sve dotle dok se ne osvjedoči da je taj uzvik čuo zapovjednik broda ili oficir straže na zapovjedničkom mostu. Već sam uzvik »čovjek u vodi« znači uzbunu i zapovijed na koju svi članovi brodske posade hitaju na svoja mjesta za spasavanje. Onaj tko je prvi opazio da je čovjek pao u vodu, mora odmah baciti u more *kolut za spasavanje*. Takvi su koluti izrađeni od pluta, opšiveni nepromočnim platnom i obojeni crveno-bijelo, a raspoređeni su na više pristupačnih mjesta duž broda.

S obje strane zapovjedničkog mosta nalazi se po jedan kolut za spasavanje uz koji je privezan i signalni uređaj: limena kutija napunjena kalcijevim karbidom ili svjetiljka s električnom baterijom. Kad se kolut sa signalnom limenkom baci u vodu, iz sredine limenke izvuče se čep koji je privezan za ogradu zapovjedničkog mosta, pa se odvoji od limenke. U bačenu limenku kroz otčepljeni otvor prodre voda, a iz otvora se pojavi plamen i bijeli dim, koji pokazuju utopljeniku i posadi broda gdje se nalazi pojas u valovima. Plamen je na limenci takav da ga voda ne može ugasiti. Ako je uz kolut za spasavanje privezana električna svjetiljka s baterijom, ona se upali čim padne u more jer morska voda uđe u bateriju i pobudi električnu struju.

Na uzbunu »čovjek u vodi« brod se mora zaustaviti i spustiti čamac za spasavanje koji odmah krene u pomoć utopljeniku. Izvidnik sa zapovjedničkog mosta pokazuje vođi čamca smjer.

Jedan čamac za spasavanje mora biti uvijek spreman za brzo spuštanje s broda. On se spušta i onda kad se opaze u vodi brodolomci s drugoga broda ili utopljenici iz oborenog aviona.

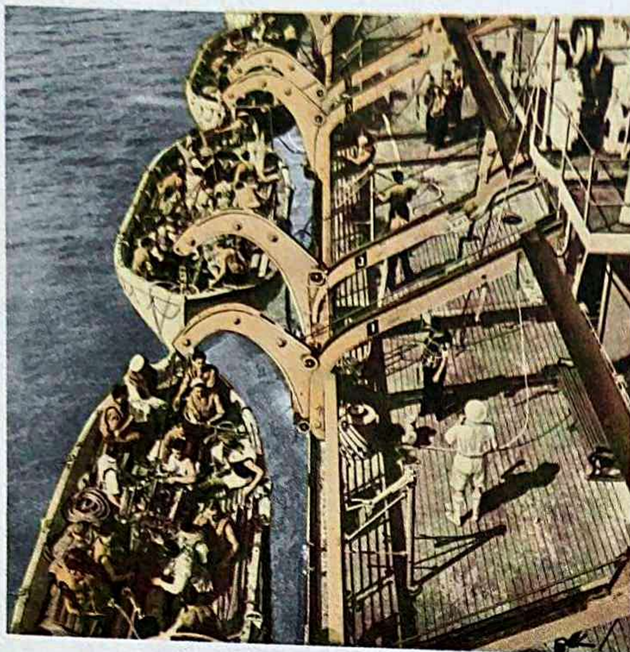
Ako je brod teško oštećen i prijeti opasnost da potone, zapovjednik daje zapovijed za *napuštanje broda*. I to je jedna od uzbuna pri kojoj posada izvršava unaprijed uvježbane dužnosti. Putnicima se odmah dijele prsluci za spasavanje ako ih već nisu sami uzeli. Takvi prsluci nalaze se u svakoj kabini pokraj uzglavlja. Posada hitro spušta u more čamce i splavi za spasavanje. Nakon toga pomaže najprije ženama i djeci da se ukrcaju u čamce, a zatim starcima i nemoćnim i napokon ostalim muškarcima. Preostale putnike raspoređuju na splavi. Posada se podjednako raspoređuje, po nekoliko ljudi u svaki čamac, a zapovjednik posljednji napušta brod i ukrcava se u jedan od onih motornih čamaca koji će tegliti ostale čamce na vesla. Ako je brod daleko od obale, zapovjednik mora uzeti sa sobom najnužnije karte i sprave za navigaciju.



Gore: kolut za spasavanje, kutija s kalcijevim karbidom, električna svjetiljka i uzica kojom je kolut privezan za zapovjednički most. Dolje: prsluk za spasavanje od 11 komada pluta ušivenih u platno



Prsluci za spasavanje. Prema međunarodnim propisima, na svakom brodu mora biti onoliko prsluka za spasavanje koliko je ukrcano ljudi (uračunavši putnike i posadu). Pojasi za spasavanje više se ne upotrebljavaju jer ne pružaju dovoljnu sigurnost. Oni su se opasivali oko po-



Čamci za spasavanje uvijek su spremni da se sohama mogu brzo spustiti u more. Na slici: čamci spušteni do ograde radi ukrcaja ljudi

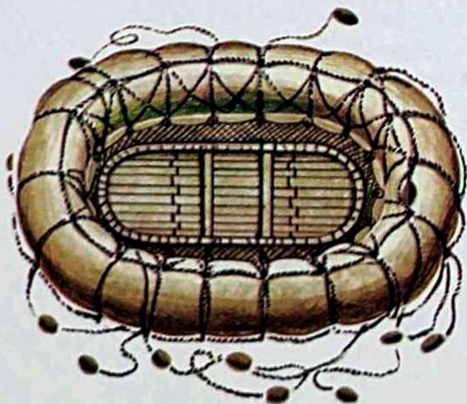
jasa i oko grudi, pa nisu držali brodolomčevu glavu. Moderni prsluci za spasavanje sastavljeni su od dva dijela i navlače se preko glave. Prednji je dio viši od stražnjeg pa uvijek okrene i onesviještenog brodolomca grudima prema gore, a leđima prema dolje, te mu drži podbradak i usta izvan vode.

Brodski čamci za spasavanje poredani su duž desnog i lijevog boka na najvišoj tzv. *čamčanoj palubi*. Na toj su palubi smještene i *splavi* koje su na našim putničkim brodovima izrađene od čelična lima i obložene drvenim dužicama, a imaju oblik naslonjača. Splav se baci u vodu tako da naslon bude pod vodom, a ravno dno izvan morske površine.

Gumene splavi. Neki su brodovi opremljeni i gumenim splavima. To su široki eliptični obruči od gumirana platna koji u sredini imaju drvenu palubicu. Takve splavi nose od 6 do 15 ljudi, prema veličini obruča.

Brodovi koji plove hladnim oceanskim pučinama, a i poneki avioni, imaju *gumene splavi s krovom*. One su izrađene od više okruglih gumenih obruča koji su međusobno spojeni. I paluba je sastavljena od više plosnatih gumenih kotura, koji tvore kao neko dvodno. U dvodnu je gumeni rezervoar za pitku vodu, a oko krova su žljebaste trake koje skupljaju kišnicu i odvode je u rezervoar. Navrh krova je električna žarulja, kojom se može i signalizirati. Električnu struju daje električna baterija koja proradi kad u nju uđe morska voda. Krov od gumirana platna drže rebra od plastičnih cijevi kad se napuhnu. Krov je narančaste boje da bi se što dalje vidio na valovima, a premazan je i posebnom smjesom koja dobro odrazuje elektromagnestke valove radara. U krov je ušiveno i čelično zrcalo da se po suncu može bljeskati prema brodovima i avionima koji traže brodolomce. U dvodnu je kutija s lijekovima i priborom za prvu pomoć, a u sredini je okrugla limenka s konzerviranom hranom. U posebnom pretincu na dvodnu ima nekoliko ribarskih uzica s udicama i umjetnim mekama od blještavih limenih ribica. Krov ima dvoja vrata koja se mogu nepropusno zatvoriti. U vratima je po jedno okno zatvoreno pločom od prozirne plastične neupaljive mase. U takvoj se splavi može zakloniti do 15 brodolomaca. Ona je na brodu smještena na gornjoj palubi u nezaključanom ormariću i složena u vreći koja je duga 1,6 m, široka 0,9 i visoka 0,6 m. Ako se brod napušta,

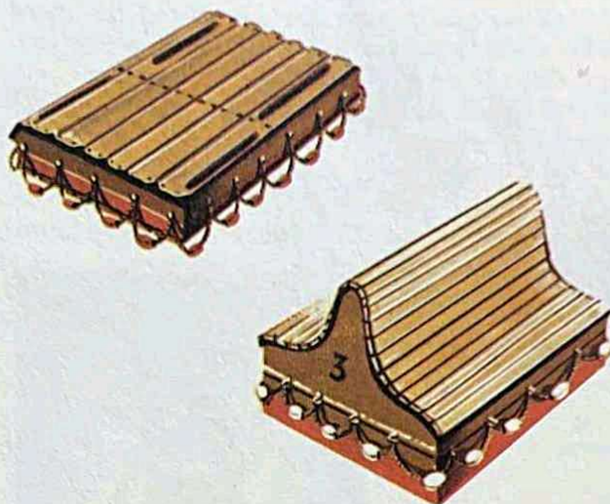
Dolje: gumena splav za obalnu plovidbu. Desno: gumena splav za oceanske i hladne vode. Ima: krov, vesla, električnu svjetiljku, zrcalo za davanje bljeskova po danu, malen padobran koji spušten u more služi kao zavlačno sidro, zadržava splav da je vjetar sporije zanosi i drži je okrenutu pramcem prema valovima a otvorom prema zavjetrini. U rezervoarima su lijekovi, zavoji, suha hrana i pribor za ribolov. Brodolomci se penju u splav ljestvicama od konopa koje vise kod otvora





splav se može brzo istresti iz vreće i baciti u more s visine od 20 m a da se ne ošteti. Čim splav padne u more, izlazi iz jedne čelične boce stlačen ugljični dioksid, i svi se dijelovi nadmu za nekoliko sekundi. U splavi se nalazi i ručni mijeh kojim se, prema potrebi, napuhuje dvodno nakon vađenja kutija s hranom ili lijekovima.

Svi čamci za spasavanje i sve splavi imaju u visini vodene linije oko sebe pričvršćen tanji konop s drvenim valjcima koji služi da se za nj mogu pridržavati oni brodolomci koji se nisu mogli uspeti u čamac ili na splav. Takav konop imaju i koluti za spasavanje. Jedan kolut može držati i dva brodolomca ako se obojica uhvate za vijenac od konopa.



Klupe na sunčanoj palubi naših putničkih brodova sastavljene su od 2 limene splavi za spasavanje obložene drvom; oko njih je privezano uže



Moderan obalni čamac za spasavanje čvrst je, stabilan, nepotonjiv i pouzdan jer ima dizel-motor i svu opremu za pružanje pomoći

Bežično dozivanje pomoći. Važna je na brodovima i oprema za dozivanje pomoći signalnim raketama, bljeskovima i drugim optičkim i akustičkim znakovima, ali najvažnija je i obično najkorisnija radio-signalizacija, tj. dozivanje pomoći radio-telegrafom ili radio-telefonom.

Međunarodni radio-telegrafski signal *SOS* i radiotelefonski poziv *MEDE* (od franc. m'aider = pomozite mi) poznati su širom svijeta, pa ih svaki radiotelegrafist razumije a da im i ne traži značenje u Međunarodnoj telegrafskoj knjizi. Telegrafski znak SOS sastavljen je od tri slova koja su najjednostavnija i kod primanja se najlakše razabiru; predaje se: • • • ▬ ▬ ▬ • • •.

Englezi su kasnije, zbog lakšeg pamćenja, izmislili za taj signal rečenicu *save our souls* (sejv aur sauls = spasite naše duše) u kojoj početna slova svake riječi zajedno sačinjavaju pozivni signal za spasavanje (SOS).

Auto-alarm. Prema međunarodnim propisima svi putnički brodovi i svi teretni brodovi veći od 1600 BRT moraju imati uređaj za automatsko primanje bežične uzbune, koji se zove auto-alarm (automatska uzbuna). Bežična je uzbuna samo opomena, poziv i nalog da se osluškuje radio-telegraf ili radio-telefon, jer će poslije znakova za uzbunu slijediti zov za pomoć ili neka opomena da prijeti opasnost (obavijest o orkanu, tajfunu, ledenim bregovima ili sl.).

Radio-znak za uzbunu sastavljen je od 12 uzastopnih dugih znakova odaslanih u jednoj minuti, i to tako da svaki dugi znak traje 4 sek, a razmak između njih 1 sek. Ovaj znak na brodu daje automat čim ga radio-telegrafist ukopča, ali može se davati i ručnim tipkanjem.

Na svim drugim brodovima i na obalnim radio-stanicama do kojih dopire signal ukapčaju se sami na četvrti dugi znak signala auto-alarmni prijemnici, ali oni još ne daju uzbunu, nego tek s pomoću selektora kontroliraju da li su to doista znakovi za uzbunu, ili neki drugi signali slična sastava, ili pak atmosferske smetnje. Ako su i idući signali tačne dužine i pravilno razmaknuti, auto-alarm na dvanaesti znak ukopča zvonca, zujala i žarulje za uzbunu u radio-stanici i na zapovjedničkom mostu, i ti znakovi za uzbunu ponavljaju se sve dok se telegrafist ne probudi, ne preuzme službu i ne utisne dugme kojim se prekida djelovanje auto-alarma. Telegrafist tada osluškuje i ustanovljuje tko je i zašto dao uzbunu. O svim pozivima za pomoć ili o opomenama da prijeti neka opasnost mora on odmah obavijestiti oficira straže i zapovjednika.

Auto-alarmni uređaj je tako izrađen da daje uzbunu i onda kad u njemu pregori koja elektronka ili ako je napon u brodskoj električnoj mreži previsok ili prenizak, pa uređaj prestane raditi. To je radiotelegrafisti nalog da kvar odmah odstrani, ili, ako to ne može, da sam preuzme službu i osluškuje vijesti slušalicama.





Na znak uzbune stanovnici primorskog sela donesu na obalu opremu za spasavanje i mužar za dobacivanje konopa. Iz mužara se izbaci najprije tanka uzica. Brodolomci je prihvate, njome dovuku deblji konop i privežu ga za jarbol. Po tom konopu dovlače se brodolomci na obalu u platnenim gaćama koje su prišivene uz kolut od pluta

Obalna služba za spasavanje. Gotovo duž svih obala u svijetu uspostavljene su obalne postaje za spasavanje. U njima se nalaze čamci ili brodovi za spasavanje, a ponegdje i specijalni helikopteri koji dolaze u pomoć na poziv broda u pogibelji, ili na pozive što ih prenose motrilačke postaje i svjetionici.

Kod nas su u pripravnosti brodovi za spasavanje u svim većim lukama, a spremno dolaze u pomoć u slučaju pogibelji i naši ratni brodovi, hidroavioni i helikopteri. Na sreću, pred našom je obalom magla rijetka pojava, a i valovi nisu onako opasni kao npr. pred francuskom, britanskom, irskom, norveškom i američkom oceanskom obalom. U tim su se krajevima morale uspostaviti guste mreže postaja za spasavanje, pa se gotovo u svakoj lučici nalazi barem po jedan čamac za spasavanje, posebno opremljen. Na znak uzbune svi stanovnici sela sudjeluju u spasavanju. Oko 10—15 najiskusnijih mornara i ribara odlaze u *hangar* (spremište) i zauzimaju svoja mjesta u čamcu. Drugi stanovnici porinu čamac zajedno s posadom u more, odlaze na brdo ili neko povišeno mjesto zbog izviđanja, pripremaju i dovlače na strmu obalu mužar za dobacivanje konopa, nose električne ručne reflektore za osvjetljavanje obale itd. U staro doba upotrebljavali su se za spasavanje obalni čamci na vesla, koji su se gurali u more na posebnim kolicima.

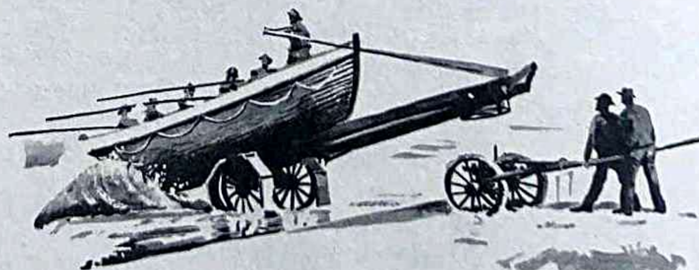
Danas se za spasavanje upotrebljavaju veoma čvrsti dizel-motorni čamci, stabilni, nepropusni i nepotonjivi, jer u utrobi imaju nepropusne tankove od čeličnih limova, koji bi ih držali na morskoj površini sve kad bi se i prevrnuli i napunili vodom. Takvi se čamci spuštaju u more na platformama koje se kreću na kotačima niz strme tračnice. Platforma ostane na kolosijeku pod vodom, a čamac zapluta. Unatoč sigurnosti današnjih čamaca, ipak se i sada događa da se poneki čamac koji je pošao u pomoć nasukanom ili oštećenom brodu više ne vrati u luku.

Spasavaoci su dobrovoljci koji se prikupljaju u odrede kao što se kod nas združuju dobrovoljci u vatrogasnim društvima. Ponegdje posadu sačinjavaju stalni namještenici, ili, kao npr. u SAD, odredi obalne poluvojničke straže. Stalan je na svim takvim čamcima uvijek samo motorist, koji je ujedno i čuvar čamca.

Obalne stanice za spasavanje imaju u opremi i *mužare za dobacivanje konopa* i tzv. *hlače za spasavanje*. Mužar se upotrebljava kad treba dobaciti konop nasukanom brodu među grebenima, kamo se ne može približiti čamac za spasavanje. Brodska posada prihvati dobačeni tanki konop i njime dovlači deblji i opremu s kolutom i hlačama za spasavanje. Sva ta užeta brodska posada priveže za jarbol, a spasavaoci na obali za prenosno motovilo ili visok tronog koji se učvrsti u zemlju. Nakon toga brodolomci jedan po jedan ulaze u kolut za spasavanje i u hlače, a spasavaoci ih dovlače na kopno.

Danas je za spasavanje utopljenika i brodolomaca najpogodniji *helikopter*. Njemu ne smetaju valovi ni opasni lomovi na grebenima i pličinama. Čak je i lakše prihvatiti ljude s nasukana nepomična broda, nego s broda na otvorenu moru, gdje se brodska paluba propinje i propada kako brod posrće na valovima.

Za spasavanje utopljenika iz uzburkana mora na dalekoj pučini helikopter je i jedino sredstvo



U staro doba čamci za spasavanje spuštali su se u more na kolicima

koje može stići na vrijeme. Osamljenog čovjeka, npr. pilota s oborenog aviona, helikopter teško pronalazi. U takvim slučajevima treba utopljenika tražiti avionima, koji brže pretražuju pučinu. Oni utopljeniku dobace gumenu splav ili neko drugo plovno sredstvo i odrede njegov položaj, a helikopter se tek tada upućuje na taj položaj zbog spasavanja.

Utopljenici se dižu iz vode na više načina. Jedan je način da se iz helikoptera spusti konop s petljom, koju utopljenik opaše ispod pazuha. Ako je utopljenik iznemogao, spušta se na konopu sa dvije petlje jedan spasilac. On visi u jednoj petlji i prilazi utopljeniku te mu namješta ispod pazuha drugu petlju, a helikopter ih tada malom dizalicom podigne u trup. Oba su ova načina nepovoljna ako je utopljenik ranjen, jer mu se dizanjem na konopu može pogoršati stanje. Treći i najbolji je način spasavanje mrežom. Helikopter pri niskom lebdenju i polaganom pomicanju spusti iza utopljenika velik željezni obruč na kojemu je razapeta mreža i polako je tegli morskom površinom, uhvati utopljenika i digne ga u kabinu. Kako utopljenik udobno leži u široko razapetoj mreži kao u kakvu krevetu, ne pogoršava mu se stanje ako je i ranjen.

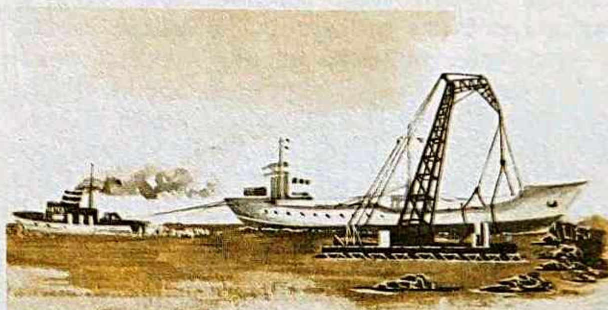


Utopljenika na pučini obično najbrže spasava helikopter. On spusti obruč s mrežom, uhvati utopljenika i motovilom ga digne u kabinu

Spasavanje brodova. Ako je brod samo zaustavljen na moru zbog velikog kvara na pogonskom stroju, može ga drugi brod dotegliti u najbližu luku. Kako obični brodovi nisu uređeni za tegljenje, redovito se zaustavljenom brodu upućuje u pomoć tegljač.

Tegljač se približi brodu s privjetrene strane i dobaci mužarom ili mu doveze čamcem tanak konop. Kada na brodu konop dohvate, posada dovlači deblje uže, a tim užetom još deblje čelično uže, koje se zove *tegalj*. To uže treba opasati na brodu oko nekoliko bitava, oko podnožja sidrenog motovila i drugih najčvršćih dijelova broda, a na tegljaču se uže natakne na *tegljačku kuku*. Tek pošto su oba kraja dobro pričvršćena, tegljač uputi stroj posve polagano naprijed i veoma oprezno napinje tegalj jer je kod tegljenja najopasniji prvi trzaj. Kad se tegalj napne, postepeno se ubrzava rad strojeva i brod se tegli u luku sve većom brzinom. Čelični tegalj mora biti dovoljno jak i dug najmanje 200 m, jer mu dužina daje elastičnost.

Nasukani brod se odsukava na više načina, prema tome da li samo dodiruje dno ili se posve uzdigao na obalne grebene. Brod koji lako dodiruje dno može se i sam odsukati ako isprazni


Odsukivanje nasukana broda plovnom dizalicom i tegljačem

balast, obori sidra i ispusti sve lance, a eventualno i premjesti teret. Trup se time olakša, brod malo izroni, pa ako se strojevima snažno zaveze svom snagom krmom, može i zaplutati. Ponekad se odsukivanje mora pojačati tako da se čamcima iznesu dva pomoćna sidra daleko iza krme. Kad se strojevi upute svom snagom krmom, istodobno se sidreni konopi motovilima natežu i silovito vuku. Sve ovo treba raditi za visoke vode. Ako je u trenutku kad se brod nasuče niska voda, treba pričekati plimu i brod odsukivati za najvišeg vodostaja.

Ako se brod ni tako ne može odsukati, treba odmah dozvati pomoć, jer bi oluja mogla oštetiti pa i razbiti trup. Kod nas na poziv za spasavanje dolazi ekipa poduzeća *Brodospas*. U pomoć pristižu jaki brodovi za spasavanje, tegljači, dizalica *Veli Jože*, nekoliko teglenica i ronilački brod. Uz nasukani brod privežu se s obje strane prazne teglenice, a radnici odmah u njih prekrcavaju teret s broda. U isto vrijeme ronioci pregledavaju dno. Ako je brodsko dno neoštećeno a morsko dno glatko, ispražnjeni brod može se odsukati ako mu dizalica malo podigne pramac, a tegljači ga povuku krmom. Ako je brodsko dno oštećeno, radnici zabrtvljuju rupe privremenim oplatama od dasaka, pa i cementiranjem, a brod za spasavanje sisaljkom isiše prodrlu vodu.

Ako je brod izletio visoko na obalno grebenje, radovi su na odsukivanju dugi i skupi. Treba najprije popraviti oštećenja na trupu te mini-

ranjem grebena izravnati morsko dno i obalno grebenje, izraditi saonice po kojima će se brod porinuti u vodu ili odsukati s pomoću tegljača. Ponekad je jeftinije da se brodu odreže čitav pramac, pa se odsuče samo sredina s krmom, jer su to najvažniji i najskuplji dijelovi broda. Pramac se spasi kasnije dizalicama i u brodogradilištu se opet sastavi s ostalim dijelom broda. Ako se odsukivanje pramca ne isplati, brodu se sagradi nov pramac, a odrezani pramac se napusti.

Potonuli brodovi se dižu samo onda ako se spasavanje isplati, ili ako leže na mjestu gdje smetaju plovidbi ili pristajanju. Ako brod leži uspravno na morskom dnu, ronioci ispod njega provuku mnogo jakih čeličnih užeta, koja se napnu i pričvrste na nepropusne čelične *cilindre za spasavanje*, položene uz oba brodska boka. Nakon toga se kroz cijevi pušta u cilindre stlačen zrak koji istiskuje iz njih vodu. Cilindri se tako dižu, pa podižu i brod. Na trupu se tada poprave oštećenja i iz njega se isiše voda. Tako privremeno zabrtvljen brod otegli se u dok ili na vlaku brodogradilišta.

Manji se brodovi mogu dizati sa dvije teglenice. Čelična užeta provučena ispod potonulog broda treba napeti i privezati na teglenice koje su napunjene vodom do najviše granice. Zatim se iz teglenica izbacuje voda, pa kako se one dižu, podiže se i brod sa dna. Pošto se teglenice posve isprazne, brod se podigne za desetak decimetara, pa se može otegliti u pliću vodu. Taj se postupak ponavlja sve dok brod ne izroni palubom iz vode. Tada se iz broda voda isiše, pa on zapluta, te se može otegliti u dok.

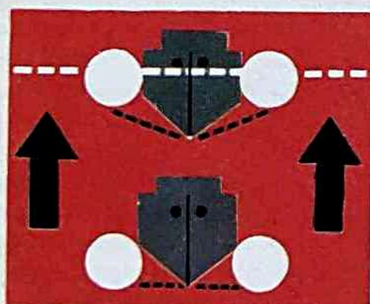
Mali brodovi mogu se dići sa dna plovnom dizalicom.

Na rijekama i jezerima, gdje nema valova, potonuli se brodovi dižu i dugim vijcima o koje su pričvršćena užeta što su provučena ispod potonulog broda. Vijci su namješteni na jakim poprečnim gredama, koje su položene poprijeko između dvije teglenice. Vijci se izvijaju (podižu) velikim maticama što ih okreću radnici sa 4 do 6 dugih poluga. S njima se podiže i potonuli brod postepeno u sve pliću vodu.

Mnogi su brodovi na rijekama spašeni sa plitka dna tako da se pričekalo doba suše i niska vodostaja, kad je paluba izronila iz vode. Pošto se brod privremeno zabrtvio, iz njega je isisana voda, pa kad je zaplutao, oteglio se na popravak u brodogradilište.

Ako brod leži bokom na morskom dnu, treba ga najprije uspraviti. To se radi tako da se pokraj brodskog dna iskopa u morskom dnu dovoljno dug, širok i dubok jarak, a o brodski trup se pričvrste čelični rogovi. Povlačenjem rogova brod se prebaci u jarak i uspravi. Poslije toga podiže se sa dna na jedan od opisanih načina.

Naši su radnici poslije drugoga svjetskog rata digli s morskog dna veoma mnogo brodova koji su bili potopljeni za vrijeme rata. Tako su iz dubine od 80 m digli i naše velike putničke brodove koji su zaplovili pod imenom *Partizanka* i *Proleterka*. Naši su stručni radnici u spasavanju brodova stekli svjetski glas, pa su poslije kratkog rata na Sueskom kanalu 1956. pozvani da pomognu dizati potopljene brodove s kojima je bio zatvoren taj veliki svjetski prometni put.



Morski brodovi najčešće se dižu cilindrima za spasavanje koji se spuste na morsko dno i privežu uz brod. Nakon toga se iz cilindara istiskuje voda; oni se dižu i podižu brod. Na brodskom trupu poprave se oštećenja i privremeno zabrtvljen brod otegli u plutajući dok gdje se posve popravi

Dolje: na rijekama gdje nema valova brodovi se dižu dugim vijcima koji se podižu maticama što ih okreću radnici na platformi koja je sagrađena na poprečnim gredama između dvije teglenice





Najčešće vrste čamaca: guc oštrih krajeva, pasara ravne krme, batana plosnata dna i riječna plitka ciklja uzvijenih krajeva i plosnata oblika

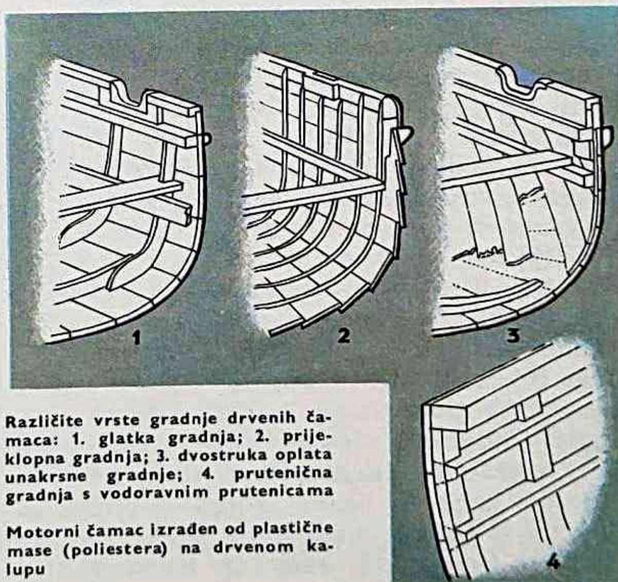
Čamci

Čamac je malen brodić, najčešće otvoren, ali ponekad i djelomično pokriven palubom. Tjera se veslima, motorom ili jedrom.

Prema obliku, razlikujemo više vrsti prevoznih čamaca. *Guc* ima zaoštren pramac i zaoštrenu krmu; *pasara* ima zaoštren pramac i ravnu krmu zatvorenu straga plohom koja se zove zrcalo; *batana* ima zaoštren pramac, ravnu krmu i plosnato dno; *čun* zaoštrene krajeve i plosnato dno; *čiklja* je riječni čamac uzvijenih krajeva i plosnata dna. Za sport i za razonodu na vodi upotrebljava se još mnogo različnih čamaca od drveta, gume, platna i plastičnih masa.

U ratnoj mornarici upotrebljava se *barkača* sa 14 i više vesala, *kuter na vesla* sa 10 ili 12, *šljupka* sa 6 ili 8 i *šajka* sa 2 ili 4 vesla.

Drveni čamci. Prema gradnji trupa razlikuju se: čamci *glatke gradnje*, na kojima su platice (daske) vanjske oplate priljubljene jedna uz drugu i međusobno povezane samo rebrima; čamci *prijeklopne gradnje*, kojima se platice prikrivaju na rubovima kao crijep na krovu; čamci *pruteničke gradnje* imaju oplatu kao čamci glatke gradnje, samo nešto tanju i lakšu, a s unutarnje strane preko svakog šava pričvršćene su duge letvice, tzv. *prutenice*. One su učvršćene plosnato preko šava i prolaze kroz rebra, ili su pričvršćene uspravno i prolaze preko rebara. Prutenički čamci su čvrsti i laki, pa se na taj način grade motorni čamci za utrke i neke sportske jedrilice. Čamci *unakrsne gradnje* imaju dvostruku oplatu, ali platice ne teku uzduž čamca nego koso pod kutom od 45° do 50° prema vodenoj liniji, i to tako da unutrašnje idu koso na jednu, a vanjske na drugu stranu.



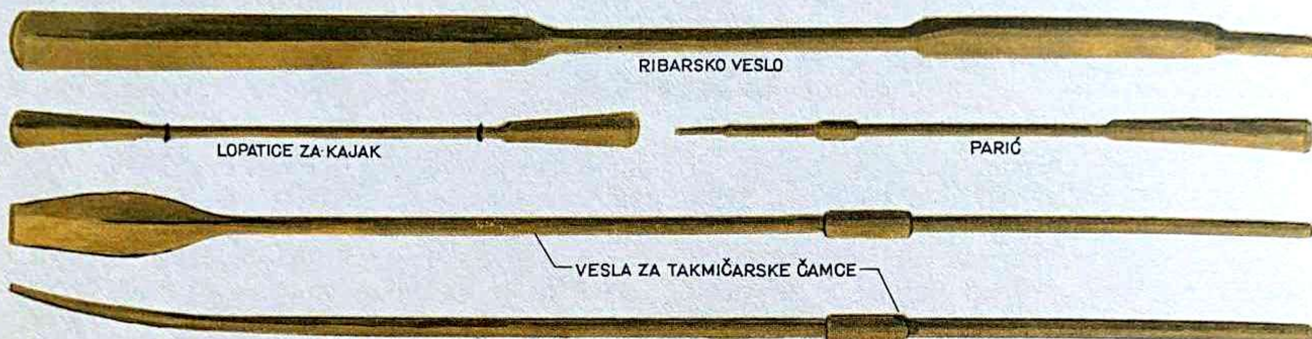
Različite vrste gradnje drvenih čamaca: 1. glatka gradnja; 2. prijeklopna gradnja; 3. dvostruka oplata unakrsne gradnje; 4. prutenična gradnja s vodoravnim prutenicama



Motorni čamac izrađen od plastične mase (poliestera) na drvenom kalupu

Čamci od plastičnih masa izrađuju se od osobitih umjetnih smola na više načina. Jedan je način da se najprije izradi od drveta trup čamca koji će poslužiti kao model. Takvu trupu brušenjem se izgladi vanjska oplata i premaže osobitim lakom, a zatim se po njoj slaže nekoliko slojeva premazivanjem umjetne smole i rasprostiranjem staklenih vlakanaca (staklene vune). Kad se dobije dovoljno debeo, krut i čvrst sloj, odvoji se desna polovica od lijeve, izvuče se drveni model

čamca, pa ostaju dva udubljena polukalupa vanjskog oblika budućeg čamca. Kad se dobro osuše i izglade, polukalupi se ponovno sastave i premažu iznutra lakom, preko kojeg se namaže žitka smola, zatim se na nju slaže staklena vuna, pa opet dolazi na nju smola, i taj se postupak ponavlja sve dok se ne dobije dovoljno debeo i čvrst trup budućeg čamca. Da bi se pojačala uzdužna i poprečna čvrstoća, mogu se na sličan način, slaganjem sloja na sloj, izraditi unutrašnje izbočine, koje služe kao poprečna i uzdužna rebra, a može se na pramcu izraditi i palubica.



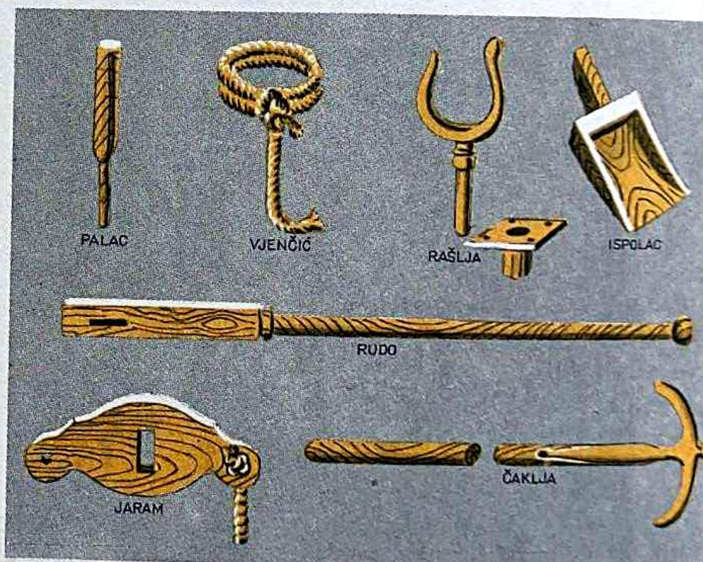
Različite vrsti vesala: 1. ribarsko veslo, 2. dvostruka lopatica, 3. parić, 4. šuplje i elastično veslo za sportske takmičarske čamce

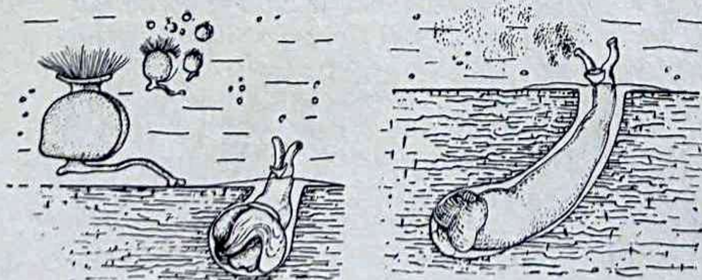
Mali čamci mogu se izrađivati od plastične mase u velikim tijescima kao što se izrađuju dječje igračke. Najprije treba odliti od željeza negativni i pozitivni kalup. Udubljen negativni kalup ima oblik vanjske oplate čamca, a izbočen pozitivni kalup daje oblik unutrašnjosti čamca, i u njemu je urezano i udubljeno sve ono što na čamcu treba da bude izbočeno, npr. rebarca za klupe, ušice za učvršćenje različnih okova i opremnih predmeta itd. Kad su oba kalupa posve obrađena, izglađena, očišćena i premazana osobitim mazivom, umetnu se u vrlo jak tijesak. U udubljeni kalup naspe se plastična masa u zrncima ili prašku. Zatim se oba kalupa griju do određene temperature i onda se gornji kalup velikom snagom utiskuje do određene dubine u donji kalup. Plastična masa od topline omekša, a zbog tlaka ispuni pravilno sve šupljine između vanjskoga i unutrašnjeg kalupa. Pošto se oba kalupa dobro ohlade, plastična masa se stvrdne, a kad se gornji kalup u tijesku izdigne i odmakne, iz donjeg se kalupa izvadi gotov čamac, isprešan u jednom komadu, u onoj boji kakve je boje bila plastična masa.

Prednost je čamaca od plastične mase što su oni posve nepropusni, laki, elastični i čvrsti. Osim toga, veoma su trajni jer u njima nema dijelova koji rđaju ili trunu u vodi, a ne nagrizaju ih ni *brodotočci*, crvi koji buše drvene brodove. Izradba kalupa je, doduše, vrlo skupa, ali kad su kalupi i svi ostali pripremni radovi dovršeni, prešanje čamaca je znatno jeftinije nego gradnja od drveta, osobito kad se izrađuje mnogo jednakih trupova, jer se u tom slučaju izdaci za kalupe dijele na mnogo čamaca.

Pri izradbi ovakvih čamaca plastična masa mora biti dobra kemijskog sastava kako na suncu i u vrućem zraku ne bi omekšala ili izgubila čvrstoću i krutost, a osim toga mora biti i neupaljiva. Budući da je specifična težina plastične mase veća od specifične težine vode, ovakvi bi čamci, ispunjeni vodom, potonuli. Stoga se u pramac i u krmu ugrađuju velike nepropusne kutije od tanka lima koje drže na površini čamac i određeni broj ljudi kad se čamac napuni vodom.

Dolje: oprema čamca. Palac, vjenčić i rašlja za veslo. Ispolac za ispuljivanje vode iz čamca. Rudo i jaram za krmilarenje. Čaklja





Brodotočac je štetan školjkaš koji buši drvo uronjeno u morskoj vodi. Larva pluta morem i traži pogodno drvo. Kad ga nađe, prilijubi se uza nj i četvrtog dana počinje ga bušiti. Nakon 70 dana crv je u drvu i kroz jedan sifon izbacuje na stotine tisuća mladih larvi

Oprema čamca. Glavni su dijelovi opreme: vesla, palci, vjenčići ili rašlje, krmilo s rudom ili jarmom, ispolac, čaklja, jarbol i šator. Svaki čamac mora noću imati i jednu svjetiljku, koja se za plovidbe drži spremna da se može pokazati svjetlost kad se približava koji brod.

Veslo je na jednom kraju prošireno i spljošteno (*pero*), a na drugom kraju suženo i zaobljeno (*držak*). Vesla se izrađuju od jasenovine u različnoj dužini, prema veličini čamca. Kratka vesla, kojima se d ršci gotovo dodiruju kad se drže na svojim mjestima vodoravno, zovu se *parići*. To im je ime došlo od toga što veslač vesla sa dva vesla, tj. jednim parom vesala. Može se veslati i samo jednim veslom koje je mnogo duže.

U riječnim čamcima vesla se *lopaticama*, a krmilari *krmicom*, nešto kraćom i širom lopaticom.

Veslo je gibljivo pričvršćeno o čamac *vjenčićem* nataknutim na *palac*. Neki čamci umjesto palaca imaju mjedene *rašlje* ili su u bokovima izrezane *izbe*.

Veslanje. Na brodićima i velikim čamcima svaki veslač vesla jednim dugim veslom. Mornari na trabakulima, leutima i gajetama te ribari na ribarskim brodićima veslaju stojeći, okrenuti licem prema pramcu. Veslo drže s obje ruke i svi složno veslaju u dva maha. U prvome mahu pomiču pero vesla vodoravno kroz zrak prema pramcu, a u drugom mahu snažno potiskuju pero okomito kroz vodu prema krmi.

U manjim čamcima vesla se sjedeći, okrenuto leđima prema pramcu a licem prema krmi. *Parićima* se vesla sjedeći, okrenuto licem prema krmi. U svakoj ruci drži se po jedan parić, a vesla se složno s obje ruke istodobnim zamasima. Ako čamac nema krmilara, veslač mora s vremena na vrijeme okrenuti glavu prema pramcu i pogledati kamo plovi, da ne bi udario u obalno grebenje ili u koji drugi čamac. Ako mora čamac okrenuti, vesla samo jednim parićem, ili jednim parićem naprijed a drugim krmom, dok ne upravi čamac u određeni smjer. Zatim vesla dalje s oba parića, a stalan kurs drži tako da mu krma bude uvijek okrenuta prema nekom objektu na obali.

U riječnim čamcima (čikljama) svaki veslač, okrenut licem prema pramcu, potiskuje čamac grabeći vodu lopaticom. U posve malim ribarskim čunovima ribar sjedi navrh krme pa lopaticom na desnoj strani potiskuje čiklju naprijed i malo u stranu tako da plovi ravno. Ako mora okrenuti nadesno, prebaci lopaticu na lijevu stranu i potiskuje čitavu čiklju udesno.



Trup gondole nije simetričan pa vozi ravno iako se tjera 1 veslom

Na *sandolinu*, kajaku i sličnim sportskim čamcima vesla se dvostrukim lopaticama, potiskujući čamčić izmjenično desnim pa lijevim krajem lopatice. Na takmičarskim kajacima listovi su postavljeni u ravninama pod kutom od 90°. Kad se jedna lopatica uroni okomito u vodu, druga je u zraku vodoravno, pa vjetru pruža mnogo manji otpor. Zbog lakšeg prenošenja, dvostruka je lopatica redovito dvodjelna i u sredini sastavljena spojnim tuljkom. Na lopaticu se mogu postaviti gumeni prsteni, *kapljobrani*, da se spriječi cijeđenje vode niz držak do veslačevih ruku.

Na venecijanskim gondolama vesla se samo jednim veslom na lijevoj strani. *Gondole* su lijepo ukrašeni čamci, vitka trupa i zaoštrenih krajeva, a poneke imaju u sredini i malu kabinu. Upotrebljavaju se za prijevoz turista po gradskim kanalima u Veneciji. Osobitost je male gondole nesimetričan trup, što je doista rijetkost. Lijevi bok je širi, a desni uži. To je urađeno zato da bi, tjerana jednim veslom, mala gondola plovila ravno. Kad bi se tjerala sa dva vesla, skretala bi neprekidno ulijevo, jer širi lijevi bok pruža u vodi veći otpor. Velike gondole sa dva ili više parova veslača imaju simetričan trup.

Veslima i lopaticama vesla uvijek jedan čovjek sa dvije ruke, osim parićima koja se tako zovu jer 1 veslač vesla parom kraćih vesala



Krmilo služi za upravljanje čamcem. Na vrh krmila natakne se *rudo* ili *jaram* s pomoću kojih se ono okreće.

Krmilarenje. Čamac se okreće na onu stranu na koju se okrene krmilo. Ako je ono okrenuto udesno, čamac skreće nadesno. Rudo je tada potisnuto ulijevo, ali mornari nikad ne misle na rudo koje drže u ruci, nego uvijek na list krmila koji je uronjen u vodi. Prema tome, kad se kaže: krmilo desno, rudo treba potisnuti ulijevo, a list krmila nadesno; čamac se tada okreće desno.

Krmilo okreće čamac zato što pri kretanju trupa kroz vodu struja potiskuje u stranu *list*, a time i čitavu krmu čamca. Krmilo djeluje najjače kad je list okrenut oko 45° na jednu ili na drugu stranu. Kad se krmilo okrene posve poprijeko, tj. za 90°, ono zaustavlja čamac i gotovo ga i ne okreće.

Kad čamac plovi krmom, krmilo treba okretati na obratnu stranu, tj. ulijevo, kad se želi okrenuti pramcem na desnu stranu, odnosno nadesno ako se želi skrenuti na lijevu stranu.

Ispolac (*paljak*) je uska drvena lopatica kojom se ispuljuje (paljka) voda iz čamca. Motorni čamci imaju za tu svrhu *ispuljnu sisaljku*.

Čaklja je dvostruka kuka na dugoj motki kojom se čamac privlači k obali ili otiskuje od nje.

Jarbol se namješta u čamcu i na njemu se razapinje jedro samo kad se želi jedriti, inače jarbol leži vodoravno preko veslačkih klupa. Čamac ima obično samo jedan jarbol i jedno jedro, a ponekad i jedno trokutno jedarce koje se zove prečka.

Motorni čamci. Danas ima sve manje čamaca na vesla, jer već i posve male čamčiće za 1—2 osobe može tjerati vanbrodski motor.

Vanbrodski motor je benzinski dvotaktni motor, izrađen tako da se može brzo namjestiti na vrh krmenog zrcala i skinuti s njega te iznijeti iz čamca zajedno s osovinom i vijkom. Jedan ili više cilindara, koji leže vodoravno, okreću okomitu osovinu, a ona s pomoću čunjastih zupčanika okreće kratku vodoravnu osovinu na koju je nataknut vijak.

Ima i duguljastih vanbrodskih motora koji se namještaju na čamcima koso. Cilindri su u njima vodoravni, a radilica, prenosna osovina i osovina vijka nastavljaju se jedna iza druge u ravnoj crti. Ovakvi se motori upotrebljavaju na velikim riječnim čamcima plitka dna i na nekim pontonima od kojih se sastavljaju pontonski mostovi. Prednost im je da se na plitkim rijekama, ako udare u prud, ne ošteti vijak jer se tako čitav stražnji dio motora izdigne iz vode.



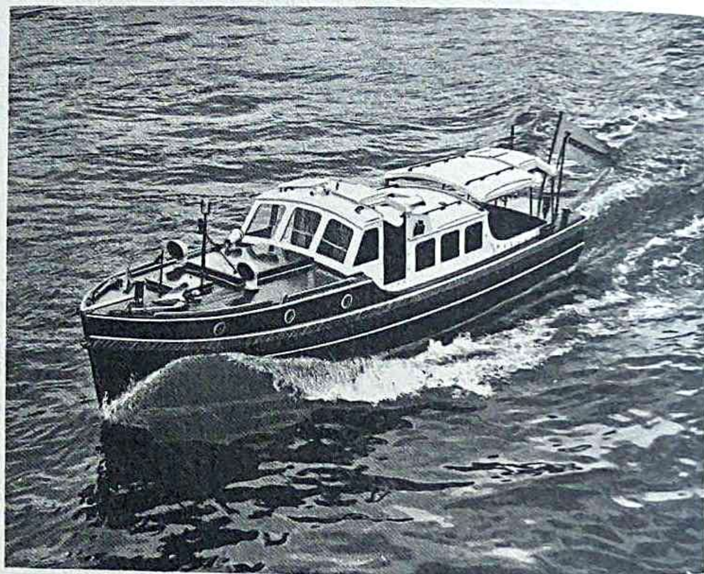
Postrani vanbrodski motor za kajak



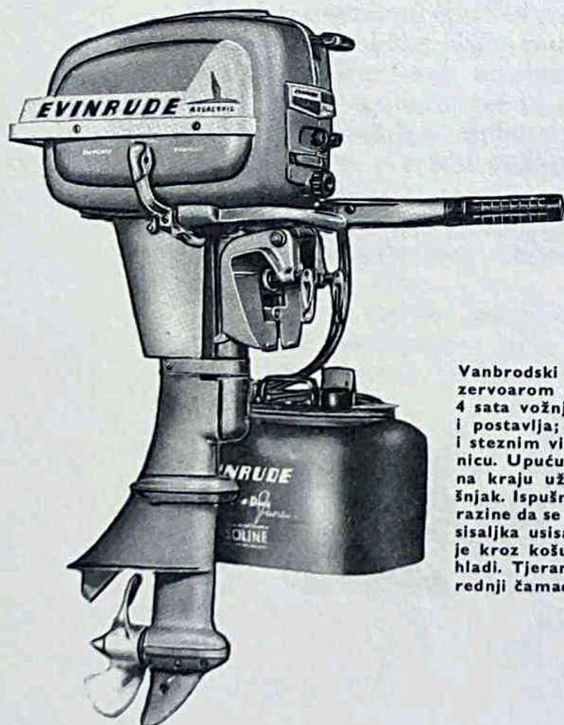
Vanbrodski motor za sportski čamac



Vanbrodski motor za takmičarski gliser



Motorni čamac za prijevoz izletnika na kraća krstarenja



Vanbrodski motor od 7,5 KS s rezervoarom koji sadržava benzin za 4 sata vožnje. Motor se lako skida i postavlja; pričvrsti se pandžama i steznim vijcima na krmenu obodnicu. Upućuje se potezanjem ručice na kraju užeta koje okreće zamašnjak. Ispušna je cijev ispod morske razine da se priguši buka. Ugrađena sisaljka usisava morsku vodu, tjera je kroz košuljicu cilindra i tako ga hladi. Tjeran takvim motorom, osrednji čamac dostiže brzinu od 7 čv

Slični, posve mali jednocilindarski motori od 0,5 KS, pa i manji, upotrebljavaju se na sandolinima, kajacima i kanoima koji nemaju krmena zrcala. Namještaju se na boku usporedno s kobilicom.

Ima vanbrodskih motora velike snage koji tjeraju brze takmičarske čamce i brze sportske drvene, plastične ili gumene glisere (franc. glisser = kliziti), što klize po morskoj površini.

Čamci sa stalnim motorima u brodskom trupu imaju benzinski ili dizel-motorni pogon. Danas se i u obične čamce, guceve i pasare ugrađuju motori kako bi se na izlet, ribanje ili kupanje moglo ploviti bez veslanja. To su obični čamci na vesla, različnih veličina i oblika, s pomoćnim jedrom i s ugrađenim motorima različnih jakosti.

Motorni čamci za prijevoz putnika u lukama i u zaklonjenim zaljevima građeni su posebno za tu svrhu i opremljeni dizel-motorima veće snage, tako da mogu ploviti brzinom od 8 do 15 čv. Obično imaju pramac pokriven palubom pod kojom su 1 ili 2 motora. Iza pokrivenog dijela nalazi se krmilarnica, a iza nje je kućica s klupama ili naslonjačima za putnike, u koju se ulazi iz krmenog otkrivenog dijela čamca. Krajnji vrh krme opet je pokriven palubom po kojoj se putnici ukrcavaju u čamac i iz njega iskrcavaju.

Motorni čamci krstaši uređeni su kao jahte za duže krstarenje duž obale za manji broj putnika, a najčešće samo za vlasnika i njegovu obitelj. Takvi čamci imaju širok pramac pokriven palubom. Od kraja palube do krme izgrađene su jedna ili dvije kućice. Prednja je kućica obično povišena, i u njoj je prostrana krmilarnica-salon, a iza nje je spavaonica ili salon-blagovaonica. U trupu, posve pod vrhom pramca, nalazi se prostor sa dva ležaja za posadu, s posebnim ulazom sa palube. Iza toga je stubište s predsobljem u kojem su dva ili više ležaja. Ispod krmilarnice je prostor za 1—2 dizel-motora, pa spremnica, kuhinja, smočnica i hladionik, umivaonica i nužnik. Na kraju krme je druga spavaonica s nekoliko ležaja.

Neki motorni čamci-jahte imaju otkrivenu krmu ili sunčanu palubu iza krmilarnice koja se može natkriti samo sunčanim šatorom. Na palubi ili na krovu kućice smješten je malen čamac za spasavanje ili za prijevoz od sidrišta do obale, a uz jarbol je tovarica kojom se čamac spušta u vodu i diže iz vode na svoje mjesto.


Motorni čamac krstaš za sportsko krstarenje uz obalu

Motorna gajeta. Kod nas se u najnovije vrijeme gradi mnogo motornih gajeta za malu obalnu plovidbu, za kraće krstarenje i za sportski ribolov. Gajete su postale vrlo omiljene, a čuvene su i u inozemstvu, pa ih naša brodogradilišta izvoze i u Sjevernu Ameriku.

Gajete su duge 5,5 do 7 m. U natkrivenom pramcu je spremište opreme i ribarskog alata. U sredini je kućica sa dva bočna okna na svakoj strani, sprijeda je jedno okno, a straga su na kućici ulazna vrata. U kućici je desno i lijevo po jedan kauč i ispod njih su velike ladice za posteljinu i rublje. Između kaučeva i vrata sa svake strane je po jedan ormarić u kojem se drže odijela, kišne kabanice, pribor za jelo i dr. Krma je na gajeti otkrivena; uz njene bokove su ugrađene klupe, a ispod njih su ormarići za kuhinjsko posuđe i ribarski pribor. Usred krmenog prostora je motor pokriven stolom. Posve na kraju krme je rudo krmila.

Gajeta ima jedan jarbol i pomoćno jedro razapeto pod *lantinom*. Kad se lantina spusti u vodoravan položaj, preko nje se može razapeti *šator*. Naše male gajete-krstarice postale su veoma popularne.

Ima još i mnogo drugih vrsti čamaca za sport i sportska takmičenja te osobitih plovila na mlazni pogon, koja se gotovo i ne mogu nazvati motornim čamcima jer više naliče raketama, a grade se za osvajanje svjetskih rekorda brzine na vodi.


Unutrašnjost motornog čamca krstaša. Ima električnu rasvjetu, tekuću pitku vodu, plinski štednjak, posuđe, pribor za jelo, hladionik, radijator za grijanje, ventilatore, radio-prijemnik, radar, televizor, 4 kreveta, ormare i drugo pokućstvo



CESTOVNA VOZILA



Prvo vozilo bijahu dvije usporedne oblice povezane kolcima koje je jedna domaća životinja teglila slobodnim krajevima po bespuću

U mlađe kameno doba čovjek je naučio od tvrda kamena izrađivati kamene sjekire, čekiće, dlijeta, klinove i šiljke za koplja. Takvim oruđem mogao je obarati debele grane i debla, tesati grede i graditi kolibe. Od greda je izrađivao valjke i poluge, a tim oruđem i snagom svojih mišica mogao je premještati i teške terete.

Valjci i poluge, uz konope od vlakanaca različnih biljaka, bili su u toku više stoljeća jedino pomoćno sredstvo za prevoženje tereta. I kasnije, u doba kad su umjetnici znali već klesati prekrasne spomenike, a graditelji podizati velike palače, hramove i grobnice, teške kamene blokove dovlačili su iz kamenoloma s pomoću valjaka i poluga. Te su prve sprave bile, doduše, od velike pomoći, ali morala ih je pokretati ipak snaga čovjekovih mišica. Glavna sila u to doba bila je snaga ruku za rad i nogu za kretanje.

Nakon teško stečenih iskustava kroz dugi niz godina čovjek je postepeno usavršavao sredstva za prevoženje tereta. U to davno kameno doba naši su preci morali ponekad dovlačiti do nastambi teške predmete koje nisu mogli natovariti na životinje. Kasnije su se dosjetili da upotrijebe dvije međusobno spojene gredice, koje je po zemlji vukao pripitomljeni konj ili vol. Takvo je prvo vozilo sličilo na današnje saonice. Možda se ponekad na njemu povezao i gonič, ali mu zacijelo nije bilo udobno kad su gredice poskakivale preko krupnog kamenja, jer tada nije bilo ni cesta ni putova.



Neznani izumitelj podmetnuo je pod stražnje krajeve gredica jednu oblicu koju je u sredini stanjio da ne zapinje za kamenje



Prva kola sa četiri kotača. Osovine su se okretale sa svojim kotačima jer je svaka od njih bila istesana s kotačima od jednog debla

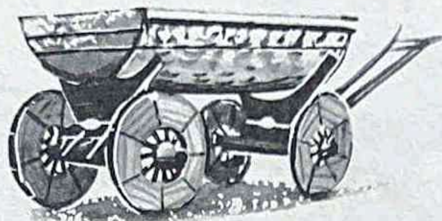
Čim su iskusili da je najlakše dopremati kamenje iz kamenoloma i teška debla iz šume, tegleći ih na oblicama koje su se kotrljale po tlu, goniči su pod gredice podmetali poprečne oblice. Uskoro zatim nepoznati je izumitelj podmetnuo pod stražnji kraj gredica samo jednu oblicu i učvrstio

je za gredice tako da se mogla slobodno okretati, a prednji kraj gredica objesio je s jedne i s druge strane na konja. Tako su nastala prva primitivna kolica. Novo je vozilo bilo mnogo bolje od dotadašnjega, ali je imalo ipak veliku manu: poprečna vodoravna oblica zapinjala je o panjeve i kamenje. Da bi to izbjegao, idući je izumitelj istesao oblicu tako da u sredini bude tanja. Otada je oblica s tankom sredinom mogla prelaziti i preko krupnijeg kamenja. Treći je izumitelj skinuo prednje krajeve gredica s konja, pa je i ispod tih krajeva namjestio drvenu oblicu sa dva odebljanja. Tako su u mlađe kameno doba nastala prva kola s punim kotačima od dvije okretljive ali nepomične oblice.

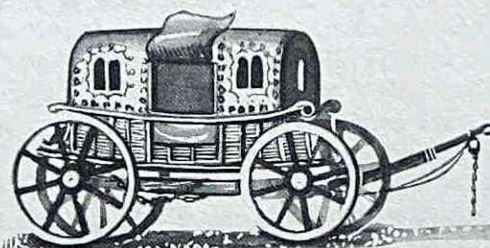
Kola s okretljivim kotačima na nepomičnoj osovini. Tek u brončano doba, kada je čovjek naučio taliti broncu i od nje izrađivati različne predmete, graditelji su se dosjetili da izrade lake kotače s naplacima i žbicama. Kotači više nisu bili od jednog komada s osovinom, nego su se naticali na nepomične osovine i učvršćivali brončanim okovom. Egipćani su već znali graditi lijepa kola koja su imala kotače s glavinom i žbicama, a naplaci su bili optočeni brončanim obručem.

U željezno doba kovači su okivali kola željezom i učvršćivali čavlima. Kola su otad bila čvršća, a i pokrivali su ih da bi se u njima mogli prevoziti ljudi po lošem vremenu. U XVI st. izrađena je na kolima putnička kabina, obješena na lancima; pri vožnji se, doduše, ljuljala, ali se u njoj manje osjećalo poskakivanje kotača po neravnu tlu. Tada je uvedena još jedna novost: prednja se osovina mogla zakretati desno-lijevo, pa je namješteno i rudo. Tako su nastala upravljiva kola. Na ravnicama u Mađarskoj dugo su vremena upotrebljavali kola sastavljena od okvira sa četiri kotača, a u njemu je visio četverokutni drveni sanduk na četiri kožna remena.

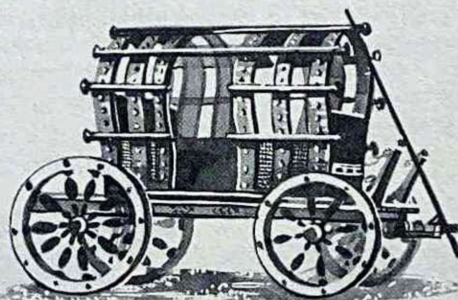
Diližanse. U XVI st. ljudi su već više putovali. Za duža putovanja upotrebljavali su diližanse. To su bila zatvorena kola s jednim prozorom sa svake strane i spregom od 4 do 6 konja. Diližansa je mogla prevesti šest i više putnika. Na razmaku od oko 50 km gradile su se tada uz cestu postaje s gostionicom, prenoćištem i stajom za konje. Putovalo se od jedne do druge postaje, gdje su se mijenjale sprege. Za sadašnje pojmove, putovalo se vrlo sporo: npr. od Zagreba do Karlovca trebalo je šest do osam sati vožnje.



Grobna kola vikinškog vojskovođe iz IX st. pronađena u grobnici



Rimska putnička i kurirska kola

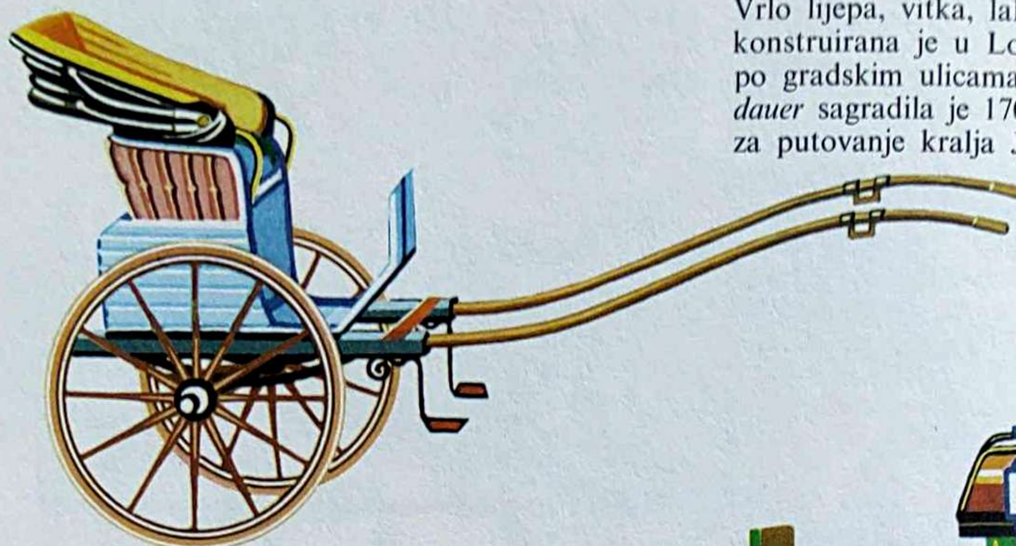


U XVI st. pojavila su se prva upravljiva kola; prednja se osovina mogla rudom okretati desno-lijevo. Poneka su imala okovanu kućicu

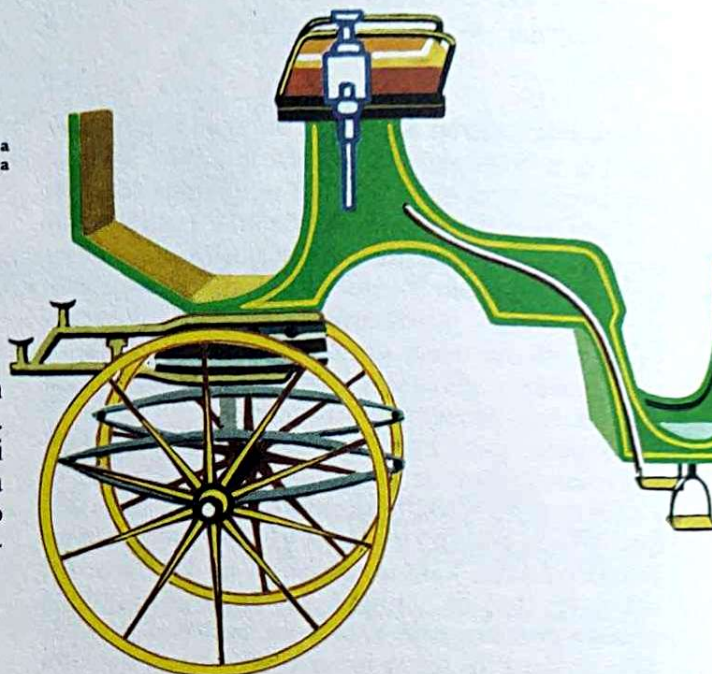
Četveroprežna poštansko-putnička diližansa iz XVIII stoljeća



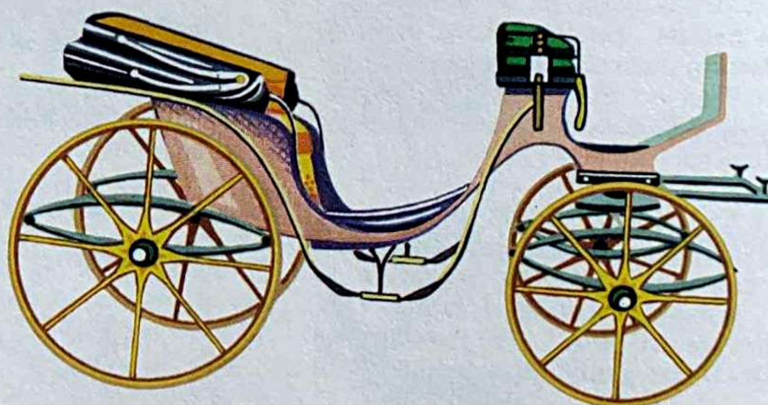
Vrlo lijepa, vitka, laka i polupokrivena *viktorija* konstruirana je u Londonu za prijevoz građana po gradskim ulicama. Poluzatvorenu kočiju *landauer* sagradila je 1704. bečka dvorska radionica za putovanje kralja Josipa I iz Beča u Landau;



Laka jednoprežna dvokolica Tilbury (Tilbari) sa 2 ruda



Kočije. U Engleskoj se oko 1580. pojavila lakša diližansa koju su Englezi nazvali *coach* (koč). Imala je šest klupa, dvije u zatvorenoj kabini i četiri izvan kabine. Za kraće vožnje po gradovima i u njihovoj bližoj okolici gradile su se postepeno sve lakše kočije sa tri ili dvije klupice, pa i dvokolice s jednom klupicom.



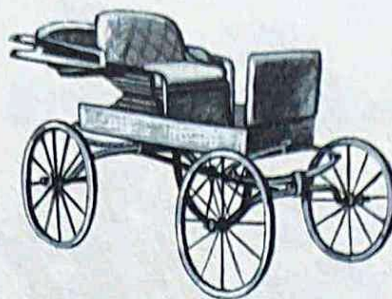
Londonska lijepa, vitka i laka kočija viktorija

God. 1650. dopremio je iz Londona u Pariz jednu kočiju *Richard Chauvage* (Rišar Šovaž), koji je stanovao u dvorcu *Saint Fiacre* (Sen Fjakr). Kako su se kočije iz Saint Fiacra vrlo brzo proširile po gradu, Parižani su ih nazvali *fiacre* (fijakr). Pod imenom *fijaker* uskoro su ih preuzeli i drugi gradovi u Evropi. Kočije su se naglo proširile po cijelom svijetu i gradile se u vrlo mnogo različitih oblika, prema svrsi kojoj su bile namijenjene.



Zatvorena kočija coupé (kupé) pojavila se u Parizu oko 1680.

kasnije se ta vrst upotrebljavala i za poduža putovanja izvan gradova. Zatvorena kočija, kupé (franc. coupé), bila je pogodna za vožnje po gradskim ulicama zimi i za kišovita vremena. Sve su te kočije oko 1920. istisli iz prometa taksi-automobili, a do danas je samo u nekim turističkim mjestima ostala, kao velika rijetkost, pokoja viktorija za šetnje duž plaža ili po parkovima.



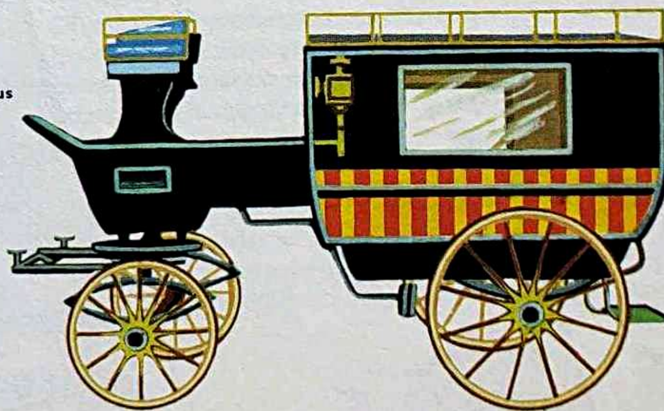
Američki buggy (bagi)

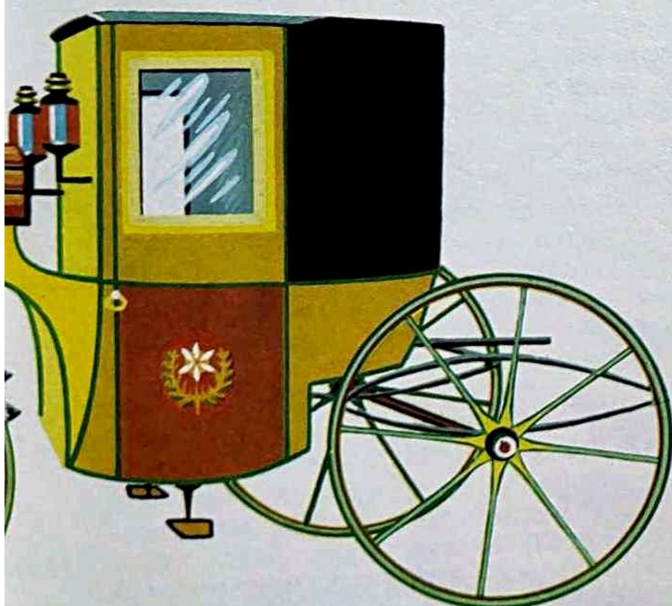


Kočija vis-à-vis (viz-a-vi) sa dva glavna i njima nasuprot dva pomoćna sjedišta. Lakim krovom pokrivala su se sva četiri sjedišta

Kočije su bile vrlo udobna vozila. Imale su udobnu, mekanu klupu za dva putnika, koja su sjedila okrenuta licem u smjeru vožnje, i pomoćnu klupicu za još dva putnika koji su sjedili okrenuti leđima prema naprijed. Sprijeda, na povišenu mjestu, bila je klupica za kočijaša i jednog pratioca. Na raskošnim kočijama za visoke dostojanstvenike bila je posve straga još jedna klupica na kojoj su sjedila dva lakaja. Takve su kočije imale raskošno izrezbarenu i ukrašenu kućicu koja je visila na vrlo elastičnim gibnjevima u obliku položena slova C, a obične kočije imale su dvostruke eliptične opruge. Da bi trenje bilo što manje, stražnji kotači su na svim kočijama bili veliki, a njihova je osovina bila čvrsto spojena s okvirom kočije. Kako je prednja osovina bila okretljiva i spojena s rudom da bi se kočija mogla okretati desno-lijevo, prednji su kotači bili manji da pri naglom zaokretu ne dodirnu okvir, koji je stoga bio na tom mjestu povišen i izrađen poput mosta. Posljednje su kočije imale kotače s gumenim obručima, a ponekad i šuplje gume ispunjene stlačenim zrakom (gume balonke).

Gradski omnibus





Omnibusi. Za prijevoz više putnika po gradskim ulicama upotrebljavao se *omnibus* (lat. omnibus = svima, za sve). Omnibus je imao prostraniju kućicu s vratima na stražnjoj strani, a na bokovima dva prozora i dvije klupe. Njega je iz prometa istisnuo tramvaj i motorno vozilo koje se zvalo najprije *auto-omnibus*, pa kraće *autobus*, ili kako ga poneki narodi zovu još samo *bus*.



Kineska rikša

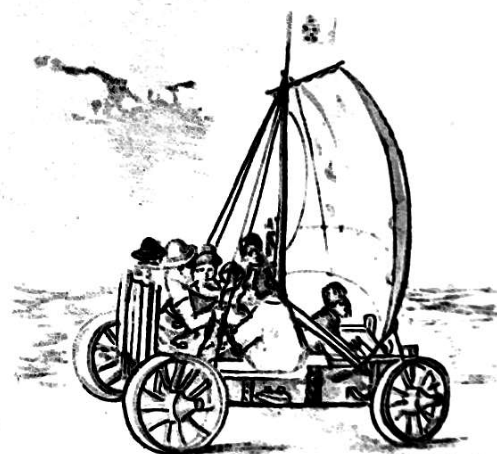
Rikše. U nekim krajevima Dalekog istoka, osobito u Japanu, Kini, Koreji, Burmi i nekim drugim zemljama, umjesto kočija s konjskom spregom, služila su laka kolica, zvana rikša, koja je između dva ruda vukao čovjek. Imala su dva kotača i jedno ili najviše dva sjedala. Iznašao ih je neki Japanac sredinom XIX st. Nekad su rikše bile vrlo često vozilo, osobito u velikim gradovima, ali danas sve više ustupaju mjesto suvremenijim prijevoznim sredstvima. Sada ima i motornih vozila slična oblika kao rikše, što ih tjera malen benzinski motor.

Jedrilice na ledu. Jedro se na kopnu može iskoristiti samo pri kretanju niz vjetar ili na poljima, pa su se, npr. na sjevernim ravnicama Sjedinjenih Američkih Država i Kanade, razvila osobita vozila, saonice-jedrilice. Bile su to neobične sanjke s dugom poprečnom gredicom koja je na oba kraja imala smučke, a služila je da vjetar ne prevrne čitavo vozilo. Na visoku jarbolu razapinjali su se jedro i trokutna prečka, jednako kao na pomorskim jahtama za jedriličarske utakmice. Takve su saonice jedrile snježnim ravnicama i smrznutim kanadskim jezerima čitave zime, pa su u doba prije željeznica bile zimi jedino brzo prijevozno sredstvo. Niz povoljan vjetar mogle su jedriti brzinom od 80 km na sat.

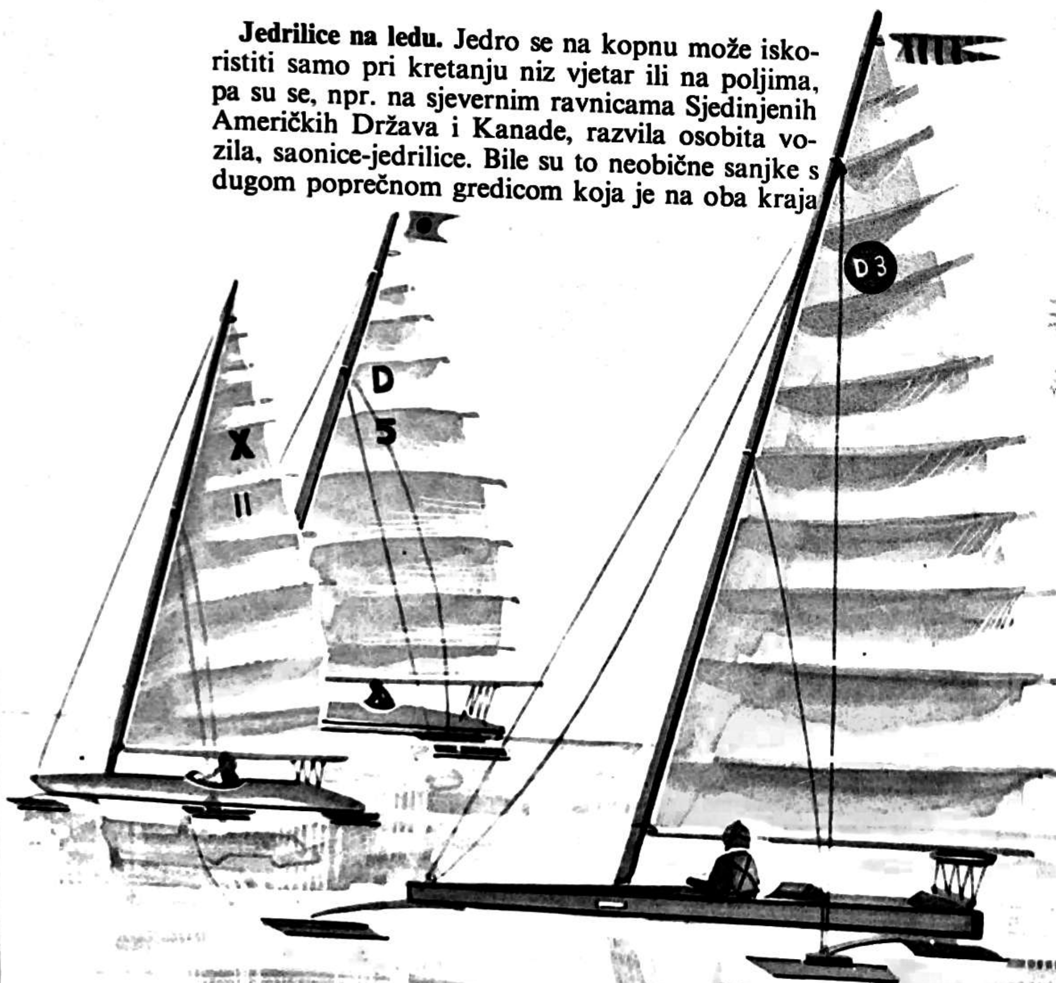
Sada u tim krajevima stanovnici upotrebljavaju saonice s motornim pogonom, a jedrilice se upotrebljavaju samo na smrznutim jezerima za sportske vožnje i takmičenja.

Na uskim kopnenim putovima jedrilice se ne mogu upotrijebiti, jer vjetar puše redovito iz stalnog smjera i ne skreće onako kako preko brda i dolina vijuga put ili cesta.

Kola-jedrilice. Siromašni piljari i mljekari u nekim zemljama Dalekog istoka ugledali su se u ribare koji su jedrili čamcima po jezerima i kanalima, pa su u svoja kolica zatakli dva visoka jarbola i između njih razapeli prostrano jedro od asure. Vjetar je puhao u jedro i dosta brzo tjerao kolica, a ponekad bi ih pognao tako brzo da bi mljekaru izbjegla iz ruku. Međutim, kad nije bilo vjetra, ili kad je duhao s protivne strane, morali su kolica vući ljudi.

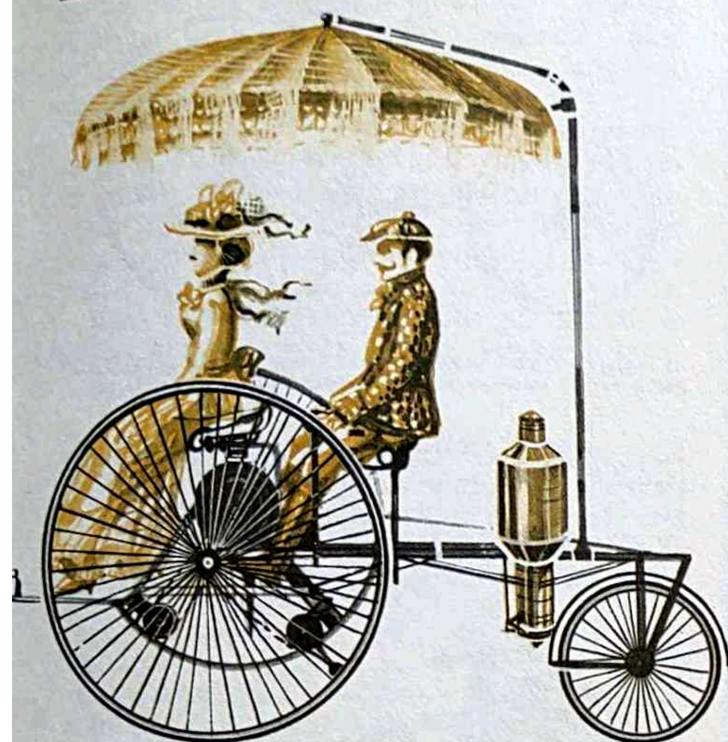


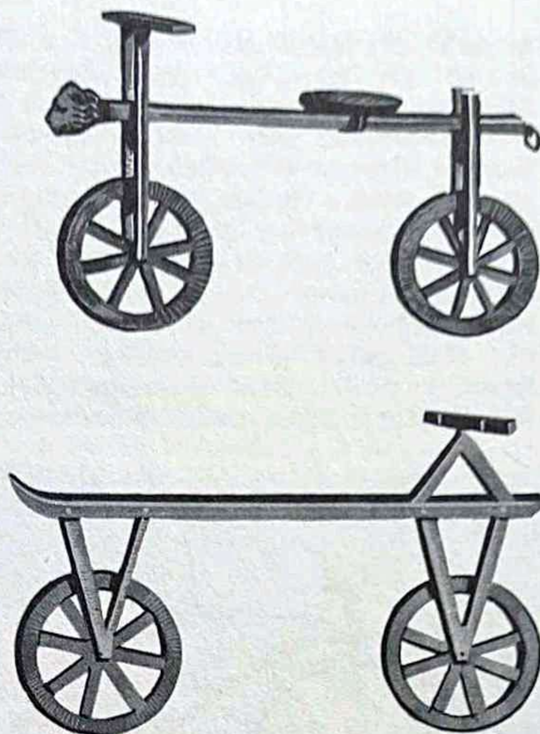
Kineski seljaci su pri povoljnom vjetru dovozili povrće na tržnicu cestovnim jedrilicama



Jedrilice na ledu leže na ledenoj površini sa tri klizaljke od kojih jedna ima oštru klizaljku kao krmilo

Bicikli





Pariški célérifère iz 1790. i velocifère iz 1800.
Lijevo: parna trokolica sa dva sjedišta iz 1870.

U Parizu se 1790. pojavilo neobično vozilo na kojem su se vozili mladi plemići pod drvoredom kestenja ispred kraljevske palače. Bila je to vodoravna gredica, sprijeda ukrašena glavom lava, konja ili jelena, smještena na dva kotača. Izumio ju je mladi grof *Sivrac* (Sivrak) i nazvao je *célérifère* (selerifer, od lat. celeritas = brzina i ferre = nositi). Mladići bi uzjahali na to vozilo i snažno ga potiskivali udarajući nogama o tlo, a kad bi se dobro zatrčali, podigli bi noge u stranu i vozili se 10—100 m od zaleta, održavajući ravnotežu.

Oko 1800. to se vozilo pod imenom *velocifère* (velosifer, od lat. velox = brzina i ferre = nositi) upotrebljavalo već na ulicama Pariza, iako je bilo kruto i neudobno. Najveća mu je bila mana što se njime moglo upravljati samo nogama.

Izumom lakog vozila, kojim bi se čovjek mogao kretati brže nego hodom, bavio se u gradu Karlsruheu (Karlsrueu) u Njemačkoj šumar *Karl Drais* (Drajs), koji se zanimao više za različne izume nego za svoju šumariju. Poslije mnogo truda on je izradio upravljivu drvenu dvokolicu kojoj je dao ime *Laufmaschine* (Laufmašine = stroj za trčanje). Njegovu izumu nitko nije pridavao važnosti; naprotiv, mnogi su Draisa smatrali luđakom. Tek kad su njegovu dvokolicu u dotjeranijem obliku, s mekim sjedištem, upravljivim prednjim kotačem i kočnicom, počeli izrađivati neki sportaši, Drais je 1818. odlučio da svoj izum zaštiti patentom. U Francuskoj je ta dvokolica dobila naziv *draisine* (drezin), koji je kasnije preuzet i u drugim zemljama. Izumitelj bicikla nije od toga izuma doživio nikakva zadovoljstva ni koristi, pa je razočaran umro 1851. Tek 30 godina poslije njegove smrti bicikl je postao svjetsko vozilo.

Drezinu su vrlo rado i brzo prihvatili sportaši i izletnici u Evropi i Americi. Svake nedjelje mnogi Parižani i Parižanke jurili su na drezinama u prirodu na izlete. Drezine za žene imale su nisku sredinu da vodoravna oblica ne bi smetala suknjama, a na produženoj prednjoj osovini bile su dvije papučice za naslanjanje stopala. U Engleskoj su drezinu prozvali *Dandy Horse* (dendi horz = kicoški konj), jer su se na njoj najviše vozili mladi bogataši. Uskoro su se priređivala takmičenja, a sagrađeni su i prvi *velodromi*, trkališta za velocifère.

Oko 1850. njemački graditelj instrumenata *Moritz Fischer* (Moric Fišer) dosjetio se da na osovinu kotača namjesti pedale. Otad drezine više nije trebalo potiskivati nogama od tla, nego samo



Draisova upravljiva dvokolica Laufmaschine iz 1818.

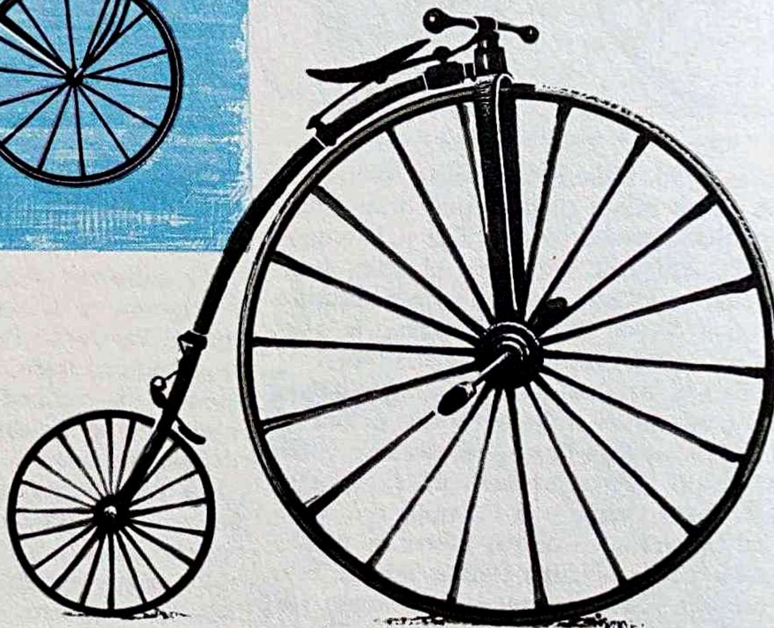
tjerati ih okretanjem pedala. Taj izum iskoristio je pariški graditelj kočija *François Michaux* (Fransoa Mišo), koji je patentirao Fischerove pedale i u svojoj radionici počeo izrađivati dvokolice pod imenom *vélocipède* (velosiped, od lat. velox = brz i pedes = noge). Prodaja tih vozila tako se dobro razvila da je već iste godine Michaux podigao prvu tvornicu dvokolica na svijetu. Kotači su na njegovim prvim velosipedima bili gotovo jednaki, imali su promjer od 80 cm, ali kasnije, oko 1867, gradio je već metalne dvokolice na kojima je prednji kotač bio nešto veći kako bi se jednim okretajem pedala prevalio veći put.



U Engleskoj se 1885. pojavio bicikl sa čeličnim kotačima i žbicama koji je nazvan »klokan« jer mu je prednji kotač bio neobično malen



Željezni vélocipède izrađen u Michauxovoj tvornici oko 1867.



Drvenom dvokolicom dostignuta je 1869. brzina od 12 km na sat

Pošto je *Anton Suriray* (Sarirej) izumio a Moritz Fischer usavršio kuglične ležaje, bicikli su oko 1870. već osvojili svijet, a u Engleskoj i u Americi podignute su velike tvornice bicikla. Svagdje su se već priređivale biciklističke trke, a najčuvenije su postale one u Enghienu (Angijanu) u Francuskoj i u Kristalnoj palači u Londonu. Od 1869. one su se održavale redovito svake godine. Mnogi su se vozači već pročuli u Evropi i u Americi. Želja za što većom brzinom odrazila se i na obliku dvokolica. Prednji pogonski kotač gradio se sve veći kako bi se jednim okretanjem pedala prevalio što duži put.

Tako su nastali visoki bicikli koji su se u Francuskoj zvali *grand bicycle* (gran bisikl) ili kraće *grand bi* (gran bi = veliki bi), a u Engleskoj *penny cycle* (peni sajkl) jer su se mogli iznajmiti za vožnju uz cijenu od 1 penija po satu. Trebalo je doista mnogo hrabrosti i vještine da se vozač popne na 1,40 m visok kotač i dosta izdržljivosti da dostigne prosječnu brzinu od 12 km na sat. Takvu brzinu postigao je 1869. na pruzi dugoj 136 km između Pariza i Rouena (Ruana), čuveni vozač *James Moore* (Džems Mur).

Vozačima na visokim dvokolicama često su se događali nesretni padovi, a u novinama se čitao izraz »odletio u tangenti«, što je zapravo značilo da je pri naglom kočenju vozač pojurio s visokog kotača naprijed i pao naglavce na cestu ili u jarak.

Oko 1880. *René Meyer* (Rene Mejer) izradio je lak čelični bicikl, pedale je premjestio u sredinu između kotača i uz njih pričvrstio oveće zupčasto kolo. Drugo, manje zupčasto kolo namjestio je na osovinu stražnjega kotača i s prvim ga spojio prenosnim lancem. Sličnu nisku dvokolicu s pedalima izradio je *Franz Baadel* još 1862. u Mün-

chenu. Od tih bicikla razvio se 1885. u Engleskoj tip *kangaroo* (kengeru = klokan), koji je tako nazvan jer mu je prednji kotač bio manji od stražnjega. Umjesto drvenih i željeznih žbica *William Cowper* (Kauper) izradio je na kotačima žbice od čeličnih žica.

Otad je prošlo mnogo vremena dok su se pojavili bicikli s jednako velikim kotačima kao što su današnji. Sada više nije potrebno graditi velike kotače da bi se dostigla veća brzina. Dovoljno je izraditi samo veći prijenos zupčastog kola uz pedale i zupčanika na glavini stražnjega kotača.

Kada su 1888. izumljene šuplje gume, bicikl je postao narodno vozilo svijeta i »cestovna lastavica«.

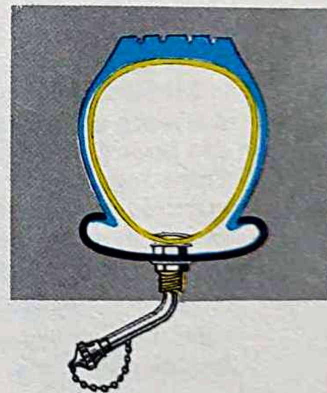
Gume za bicikle izumio je irski veterinar *John Boyd Dunlop* (Džon Bojd Danlop) iz Belfasta. Njegov sin Jonny imao je trokolicu kojom se vozio po vrtu, ali majka je neprekidno prigovarala jer je on uskim željeznim kotačima trokolice rovao njegovane staze posute bijelim šljunkom. Da sinu ne kvari radost, otac se jednoga dana dosjetio da svoju gumenu veterinarsku pregaču izreže u uske trake, od kojih je pažljivim lijepljenjem izradio crijevo koje je ovio oko kotača trokolice, zalijepio ga i napunio zrakom. Tako su od veterinarske pregače nastale prve *šuplje gume* za trokolicu. Međutim, Jonny nije dugo uživao jer su se već navečer gume odlijepile od kotača. Otac je nato žrtvovao još nekoliko poslijepodneva i Jonnyju izradio nove drvene užlijebljene kotače na kojima je ljepilo dobro držalo gume. Izradio je i ventil.

Jonny je svojom trokolicom otad pobjeđivao sve prijatelje na utrkama koje su priređivali na cesti iza kuće. Pobijedio je i mnogo starijeg Charlyja Edlina (Čarlija Edlina), sina bogatoga trgovca biciklima. Trgovac *Edlin* nije mogao dopustiti da pobjede osvaja trokolica koja nije izišla iz njegova dućana. Posjetio je odmah Dunlopa i nagovarao ga da izum patentira. Dunlop je njemu za volju prijavio patent godine 1888.

Edlin je tada preradio nekoliko dvokolica u svom dućanu i namjestio im Dunlopove gume. Odštampao je i jedan prospekt kojim je reklamirao »pneumatske dvokolice«, ali se na tu novost nije nitko osvrtao. Ipak, nekoliko je mladića kupilo takve dvokolice i njima osvajalo pobjedu za pobjedom. Najbolja reklama bile su pobjede na trkama. Kad je jednu takvu utrku izgubio i sin *Harveya Crossa* (Krosa), predsjednika irskoga biciklističkog saveza, ogorčeni otac kupio je pneumatsku dvokolicu da je prouči. Poslije dva mjeseca Cross je već vlasnik Dunlopova patenta i predsjednik dioničkog društva, koje je 1889. počelo proizvoditi gume za vozila. Dunlop je dobio 500 funti i 3000 dionica. U novom se prospektu nabrajalo za kakva se sve vozila mogu upotrijebiti »pneumatske gume«: od dvokolica do bolesničkih kolica. Na automobile se još nije ni pomišljalo jer su 1889. Daimler i Benz u Parizu izlagali tek svoja prva motorna vozila.

Dvokolice s gumenim kotačima otad su se još brže usavršavale. Pošto je 1890. mehaničar *Ernst Sachs* (Saks) iz Schweinfurta (Švajnfurta) u Njemačkoj izumio uređaj za prazni hod stražnjega kotača, pedali se pri vožnji u zaletu ili nizbrdo nisu morali neprekidno okretati. Dalja su usavršenja nožna kočnica, koja koči pritiskom pedala unatrag, zatim ručna *Bowdenova* (Baudinova) *kočnica*, koja zaustavlja prednji kotač, električna svjetiljka, kojoj daje struju maleni dinamo što ga tjera prednja guma pri okretanju, itd.

Biciklizam kao novi sport vrlo se brzo širio svijetom. U svim državama osnivala su se biciklistička društva (klubovi). Prvo biciklističko društvo *Pickwick Bicycle Club* (Pikvik Bajsikl Klab) osnovano je u Londonu 1870. Kod nas su prvi klubovi utemeljeni u Beogradu i Zagrebu 1884, u Ljubljani 1887, a u Sarajevu 1892. God. 1919. osnovan je u Zagrebu *Koturaški savez Jugoslavije*, koji je 1948. obnovljen kao *Biciklistički savez Jugoslavije* sa sjedištem u Beogradu.



Vanjska guma, zračnica i ventil



Jonny Dunlop na trokolici sa šupljim gumama što mu ih je 1888. izradio otac od svoje gumene veterinarske kecelje

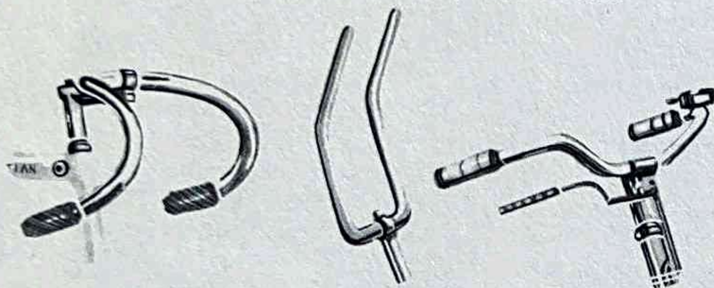
God. 1893. na velodromu u Buffalu (Bafelu) u SAD čuveni francuski vozač *Henry Desgranges* (Anri Degranž) prevalio je put od 35 km za 60 min. On je 1903. osnovao velike utrke *Tour de France* (Tur d' Frans = Krug kroz Francusku), koje se održavaju redovito svake godine, uz sudjelovanje vozača iz svih zemalja svijeta.

Prosječna se brzina modernoga običnog bicikla kreće oko 30 km na sat. Veće se brzine dostižu na sportskim trkama. Kod nas se održavaju velike *Trke kroz Hrvatsku i Sloveniju* od 1937, a *Trke kroz Jugoslaviju* od 1956.

Poslije 1902. održavaju se u svijetu i takmičenja za rekord brzine vožnjom iza motocikla. Biciklist za trke vozi posve blizu iza motocikla, jer tada ne mora svladavati otpor zraka, već naprotiv zrak što ga motocikl povlači za sobom vuče i dvokolicu i povećava joj brzinu. God. 1928. dostigao je, vozeći iza motocikla, belgijski vozač *Vanderstuyft* brzinu od 122,7 km na sat, a 1957. *José Meiffret* (Žozé Mefre) brzinu od 176,6 km na sat.



Rikša trokolica, tjerana pedalima, najviše se viđa u Hong Kongu



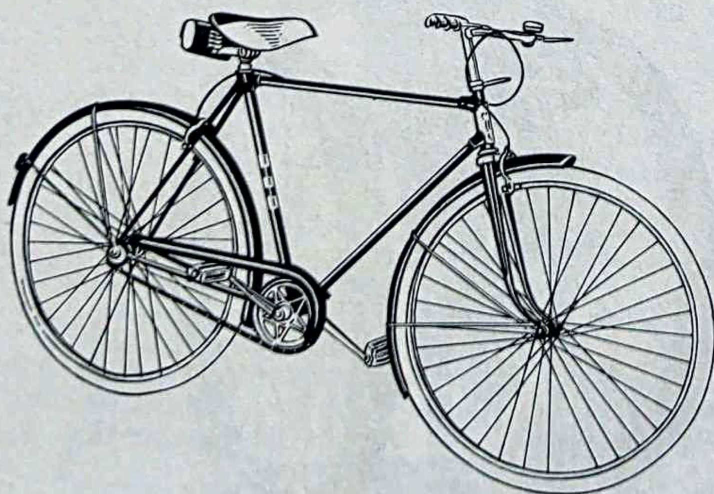
Upravljačke ručice na trkaćem, sportskom i običnom biciklu

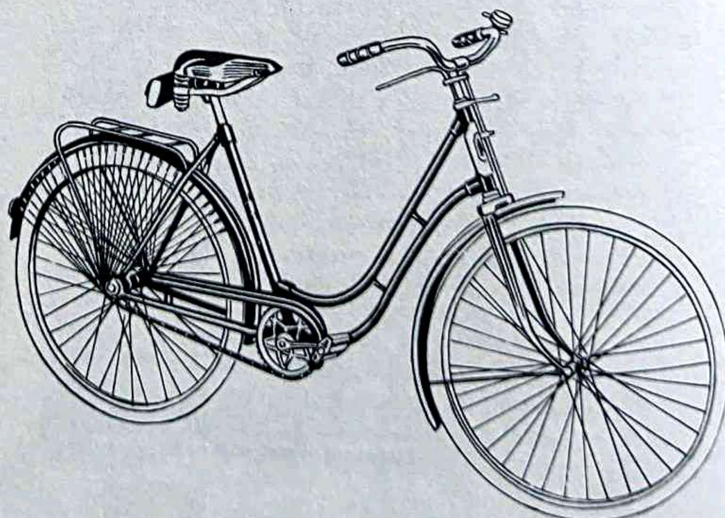
Moderni bicikl težak je 6 do 16 kg, visok je oko 1 m i dug oko 1,9 m. Sastavljen je od čvrsta okvira, dva kotača, uređaja za pogon, upravljača i sjedišta. Osim toga, bicikl ima kočnicu, signalno zvonce svjetiljku, blatobrane, prtljažnicu, crveno zrcalo (mačje oko), torbicu za pribor i alat i malu zračnu pumpu za punjenje guma zrakom.

Okvir je sastavljen od čeličnih bešavnih cijevi u obliku dva spojena trokuta. Bicikli za žene nemaju prednjega trokuta, nego kosi mostić, jer bi gornja vodoravna cijev smetala suknjama. Da time okvir ne bi bio oslabljen, cijevi su spojene sa 2—3 spone. Da se zaštiti protiv rđe i zbog ljepšeg izgleda, okvir je obojen emajlnim lakom. Stražnje dvije stranice trokuta su dvostruke i izrađene su poput viljuški, koje obuhvaćaju stražnji kotač.

Upravljač je nataknut na prednju viljušku, koja se okreće u cijevi okvira i drži prednji kotač. Bicikl se upravlja dvokrakim upravljačem, koji završava sa dvije svinute ručice obložene gumenim hvataljkama. Na običnim turističkim biciklima ručice su svijene gotovo vodoravno jer vozač drži tijelo uspravno. Na trkaćim biciklima ručice su svijene prema dolje jer takmičari voze pognutim tijelom. Na biciklima za sportske igre loptama ručice su svijene prema gore.

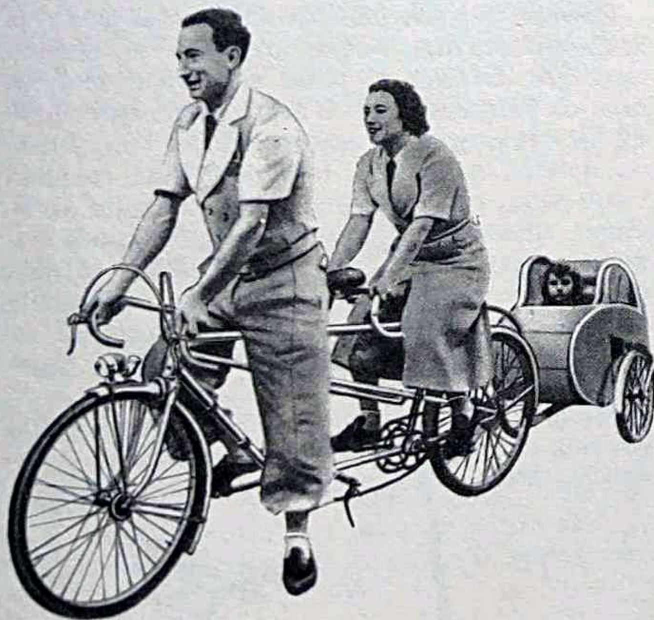
Bicikli jugoslavenske proizvodnje. Lijevo: bicikl za muškarce; ima trokutni okvir. Desno: bicikl za žene s dvocijevnim kosim mostićem i mrežicom preko stražnjeg kotača koja štiti suknju od žbica





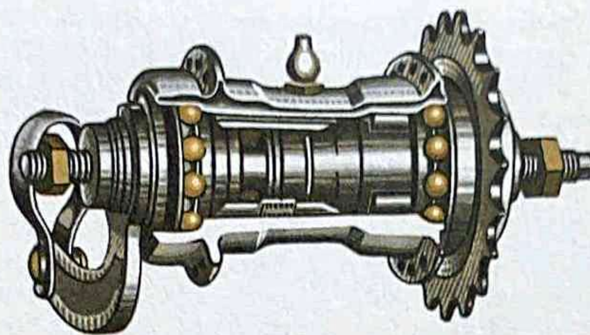
Ručna kočnica ima polužicu ispod desne ručice upravljača. Kad se polužica stiskom prstiju privuče prema gore, ona potisne prema dolje šipku, koja prolazi ispred cijevi ili kroz cijev prednje viljuške, i pritisne papučicu na gumu prednjeg kotača pa tako koči kotač. Kad se ručica ispusti, opruga podigne papučicu kočnice i šipku natrag prema gore. Poneki bicikli imaju *kočne papučice*, koje ne djeluju na prednju gumu nego na obruč prednjega kotača, ali ima i takvih dvokolica na kojima ručna kočnica koči stražnji kotač. Kako je na kliskim ulicama opasna stražnja kočnica jer uzrokuje klizanje stražnjega kotača, svaki bicikl za ulični promet mora imati zasebnu prednju kočnicu.

Kotači imaju čelične obruče, koji su žbicama od poniklanih čeličnih žica spojeni s glavinama. *Obruč* (naplatak) kotača ima s vanjske strane udubljenu *postelju* (naplatnicu) za gumu i jedan provrt kroz koji se provuče ventil. Na *ventil* se natakne zračna pumpa i njome se guma puni zrakom sve dok ne postane dovoljno naduta. S unutrašnje strane obruč ima mnogo učvrsnih vijaka, o koje su pričvršćene žbice. Usred kotača je glavina, kroz koju prolazi osovina. Glavina prednjega kotača je jednostavnija; ima osovinu s kugličnim ležajima i tijelo sa dvije izbušene pločice,



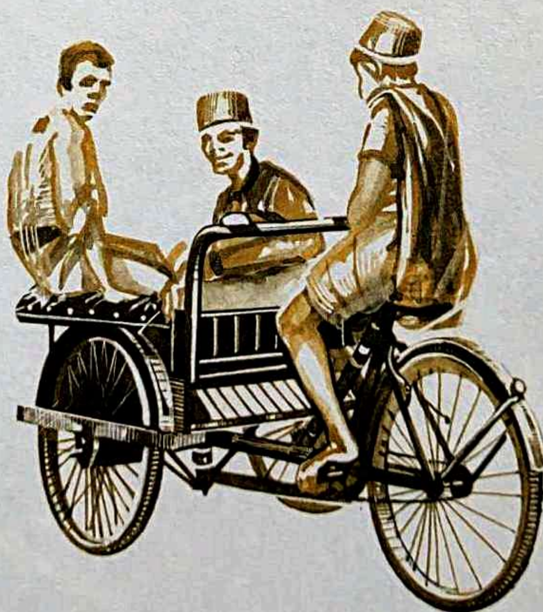
Dvosjedni (tandem) bicikl s dječjom prikolicom iz 1919.

kroz koje su provučene žbice. Zbog zakretnih sila pri vožnji, žbice nisu na kotaču razapete ravno prema osovini nego koso (tangencijalno) prema glavini. Da bi se kotač odupro postranim silama, obruč je pripet prema desnoj i lijevoj ploči glavine, dakle koso ulijevo i udesno. Kad vozač sjedi na biciklu, gornje žbice nose teret, a donje su rasterećene, ali na biciklu bez vozača moraju biti sve žbice jednako napete.



Stražnja glavina bicikla s pogonskim zupčanikom, kugličnim ležajima, uređajem za slobodan hod, kočnicom i pločicom za žbice

Stražnja glavina je složenija, deblja i jača jer nosi veći dio tereta. I ona ima dvije probušene pločice za provlačenje žbica. Osim toga, ima dva kuglična ležaja, tuljak s uljem kroz koji prolazi osovina i velik pogonski zupčanik, oko kojega prolazi pogonski lanac. U glavini je kočnica, koja koči okretanje glavine kad se pedali pritisnu unatrag. U njoj je i uređaj za *slobodan hod* kad se pedali ne okreću nogama, već se drže nepomično, a bicikl se kreće od zaleta. Uređaj za slobodan hod u prazno ima nekoliko malih valjaka, koji se odvoje od glavine kad se pedali ne okreću, pa se ona slobodno obrće. Kad se pedali okreću nogama prema naprijed, posebna kosa užljebljenja potisnu valjke uz obod, priljube se uz glavinu i okreću je zajedno s prenosnim zupčanikom. Bicikl se tada tjera naprijed okretanjem pedala. Kad se bicikl mora kočiti, vozač pritisne pedale unatrag, a poseban čunjasti dio potisne jedan obruč u glavini ulijevo i pritisne je o kružnu ploču, pa time koči okretanje glavine i stražnjega kotača na biciklu.



Betja, taksi-tricikl, iz Makassara u Indoneziji

Sjedište je od kože, s čeličnim oprugama, da bude elastično i da ublažuje udare na neravnu tlu; namješteno je na vrh stražnjega dijela okvira na cijevi koja se može dizati i spuštati. Tako se može naravnati visina sjedišta prema dužini vozačevih nogu.

Pedali su nataknuti na osovinu usred bicikla pod kutom od 180°, tj. jedan je pedal okrenut prema naprijed, dok je drugi usmjeren prema natrag. Uz desni pedal učvršćeno je zupčasto pogonsko kolo, oko kojega je ovijen pogonski lanac.

Prijenos snage zavisi o odnosu veličine zupčastoga kola uz pedale i zupčanika na stražnjoj glavini. Ako zupčasto kolo pedala ima 40 zubaca, a zupčanik na osovini kotača 10 zubaca, na jedan okretaj pedala kolo se okrene $40 : 10 = 4$ puta, a dvokolica prevali put od 4 opsega kotača, tj. oko 8,8 m. Ako zupčasto kolo ima dvaput manje zubaca, tj. samo 20, dvokolica prevaljuje i dvaput kraći put, tj. za jedan okret pedala samo 4,4 m, ali se u tom slučaju pedali okreću gotovo dvaput brže i s dvaput manje napora.

Konstruktori bicikla izradili su početkom ovoga stoljeća dvokolicu s mjenjačem brzina. Takva dvokolica ima dvije brzine: jednu za brzu vožnju po ravnici s većim prijenosom i drugu manju za vožnju uzbrdo s manjim prijenosom. Uzbrdo se na takvu biciklu vozi lakše, ali treba brže okretati pedale. Brzina se mijenja posebnom polužicom, koja se nalazi na gornjoj vodoravnoj cijevi okvira.

Posebna su vrst dječji bicikli, koji se izrađuju u različnim oblicima. Obični bicikli za djecu jednaki su onima za odrasle, samo su znatno manji.



Moderan bicikl za loše ceste. Ima teleskopske cijevi s oprugama za sjedište i upravljač. Složen može stati u prtljažniku automobila

Posve mali bicikli za djecu, koja su odviše malena da bi mogla samostalno voziti, imaju sa strane male kotačiće koji pridržavaju dvokolicu kad se ona nagne na jednu ili na drugu stranu.

Ima i dvokolica za djecu koja se lako može pretvoriti u trokolicu. Dok je dijete maleno i još ne zna voziti, namjesti se usporedno sa stražnjim kotačem treći kotač, koji se vrlo lako skine kad dijete postane sigurnije i nauči voziti. Od trokolice se za nekoliko minuta dobije dvokolica.

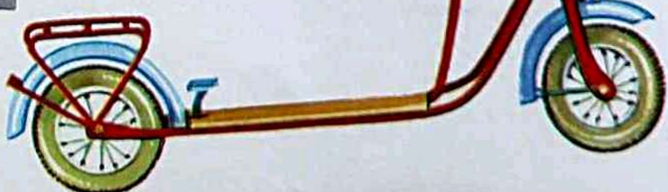


Romobil je posve mala dvokolica. Na prednjem kraju vodoravne daščice okomito je utaknut upravljač. Daščica je posve nisko nad zemljom tako da i najmanje dijete može potiskivati romobil lijevom nogom od zemlje; desnom nogom stoji na daščici, a rukama upravlja. Neki romobili imaju pedal, koji je s pomoću poluge spojen s osovinom stražnjega kotača. Pedal se potiskuje nogom, a opruga ga vraća natrag. Vozilo se tjera dizanjem i spuštanjem pedala. Ima i romobila s kočnicom, koja može biti nožna, ručna ili sastavljena tako da se može kočiti posebnim pedalom kočnice i ručnom polužicom.

Manji romobili imaju kotače od punih ploha čeličnog lima, ali postoje i veliki romobili s kotačima sa čeličnim žbicama i punjenim gumama.



Bicikli s bočnim kotačićima i niski romobili posve su sigurna vozila i za najmanju djecu

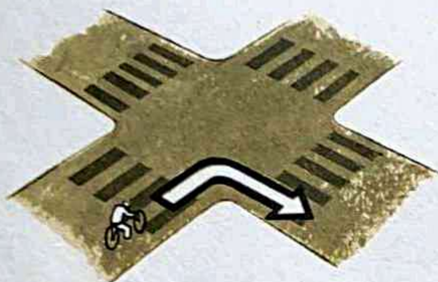


PROMETNA PRAVILA

Prometna pravila. Za bicikliste vrijede opća prometna pravila, jer se i bicikli kreću po javnim prometnim površinama. Biciklisti moraju poštivati sve saobraćajne propise, pridržavati se odredaba što ih pokazuju saobraćajni znakovi i uputa što ih daju prometni organi.

Voziti mogu samo biciklističkom stazom ili, ako nje nema, općim kolnikom, i to desnom stranom u smjeru vožnje. Na križanjima se mora osobito paziti jer se na njima događa najviše prometnih nesreća. Prije skretanja treba na vrijeme pokazati rukom na koju će se stranu skrenuti.

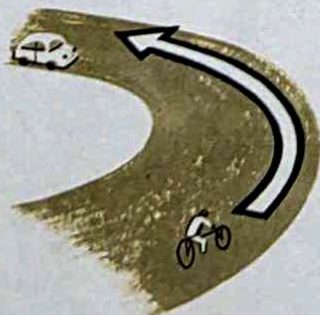




Pri skretanju udesno treba pokazati rukom desno, poći odmah nadesno i skrenuti u malom luku. Prije skretanja ulijevo treba pokazati na vrijeme rukom ulijevo, prijeći na sredinu ulice, pričekati dok prođu vozila iz protivnog smjera pa tek kad se prolaz oslobodi, skrenuti ulijevo i opisati velik luk tako da središte raskrsnice ostane s lijeve strane bicikla.

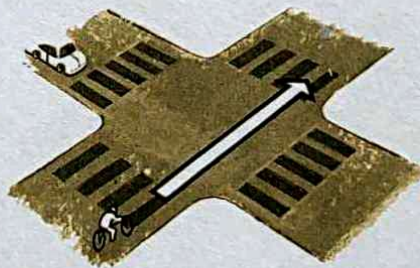


Na zavojima, osobito nepreglednim, biciklist mora voziti uz desni rub ceste jer se iza zavoja može iznenada u svakom trenutku iz suprotnog smjera pojaviti drugo vozilo.

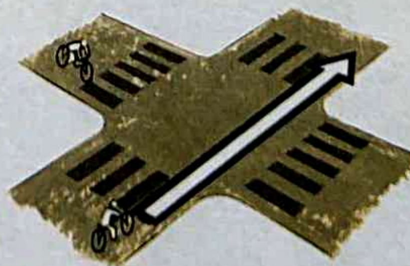


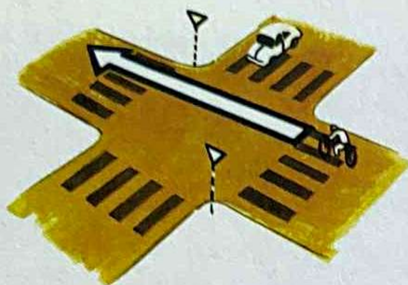
Kroz gradove i naselja treba voziti umjerenom brzinom tako da se bicikl može brzo zaustaviti. Uvijek treba imati na umu da u svakom trenutku može koji pješak iznenada stupiti pred bicikl ili dojuriti koje nestašno dijete.

Naša prometna pravila ne daju prednost velikim automobilima pred malim skuterima i biciklima. Pred zakonom su sva vozila jednaka.



Kad se na križanjima sporednih ulica susreću dvoja ili više vozila, prednost imaju ona vozila koja dolaze zdesna, pred onima koja su njima lijevo, kad se gleda u smjeru vožnje.





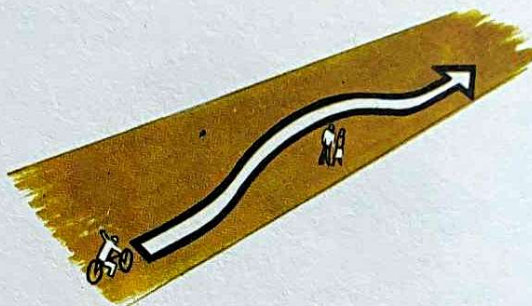
Gdje se križaju glavne ulice sa sporednim ulicama, prednost imaju sva vozila (bez obzira na vrst) koja voze glavnom ulicom.



Pretjecati se može drugo vozilo samo onda kad ne dolaze druga vozila iz suprotnog smjera, kad je dobra preglednost i kad nema prolaznika.



Kad u istoj ulici jedno vozilo zadržava smjer, a drugo vozilo skreće i siječe mu put, prednost ima vozilo koje zadržava smjer.



Prije skretanja ulijevo kod pretjecanja treba na vrijeme pokazati rukom ulijevo, oprezno povećati brzinu, prestići prednje vozilo slijeve strane (tako da prestignuto vozilo ostane desno), dati rukom znak da će se ponovno približiti desnom rubu ulice, a skrenut će se udesno tek kad se dovoljno odmakne ispred prestignutog vozila.

Pješake treba obilaziti iza leđa i ne zbunjivati ih zvonjavom zvona. Bicikli na cesti moraju voziti krajnjom desnom stranom kolovoza, jedan iza drugoga, a ne jeđan kraj drugoga. Iza automobila treba voziti na takvom razmaku da se bicikl može sigurno zaustaviti i kad prednje vozilo naglo zakoči.

Svaki bicikl mora imati zvono i kočnicu. Noću mora, kad vozi, imati sprijeda svjetiljku s upaljenom bijelom svjetlošću, a straga jedno odrazno crveno staklo na viljušci i dva žuta odrazna stakla na pedalima. Takav se bicikl noću iz daleka zamjećuje po izmjeničnom dizanju i spuštanju odražene svjetlosti na pedalima.

Na izlasku iz kućnih veža biciklisti se moraju oprezno uključivati u promet, jer sva ostala vozila imaju prednost. Preko pločnika bicikl se mora gurati, a ne voziti. Skliskost kolovoza, kiša i snijeg povećavaju sve opasnosti, jer se pri nevremenu vozač štiti od oborina i postaje manje oprezan.

Na biciklu je dopušteno prevoziti teret samo ako po obujmu i težini ne ometa preglednost i kretanje. Djeca do sedam godina moraju imati ugrađeno pomoćno sjedalo. Osobe starije od sedam godina zabranjeno je prevoziti biciklima.



Ako prometom na križanjima upravlja saobraćajac ili svjetlosni znak, prednost ima ono vozilo kojemu je saobraćajac dao znak za slobodan prolaz, odnosno ono vozilo prema kojemu svijetli zelena svjetlost.





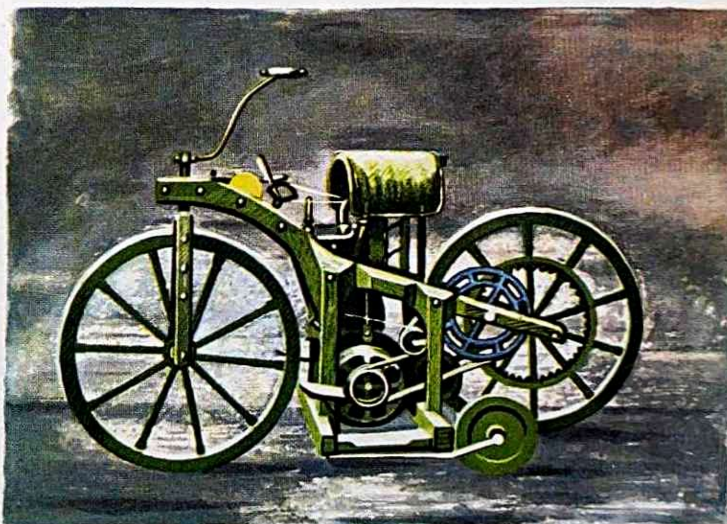
Motocikli

Pariški tvorničar bicikla *Michaux* izradio je 1868. parnu dvokolicu. Parostroj je bio smješten ispod sjedišta i tjerao je stražnji kotač s pomoću plosnata remena. Dvokolica je, doduše, vozila, ali se morala vrlo često zaustavljati jer se u kotlu voda brzo trošila. Stoga dvokolica na parni pogon nije bila pogodno vozilo.

Prvu motornu dvokolicu izradio je *Gottlieb Daimler* 1885. U nju je ugradio motor na petrolej i smjestio ga ispod sjedišta tako da okreće stražnji kotač s pomoću remena. Daimler je mislio da će motornom dvokolicom postići velik trgovački uspjeh jer su u to doba bicikli već bili postali narodno vozilo. Ali, kako su takve motorne dvokolice bile još posve slabe i neudobne, Daimler nije za njih mogao naći kupca. Napustio je dvokolice i ugradio petrolejski motor u kočiju.

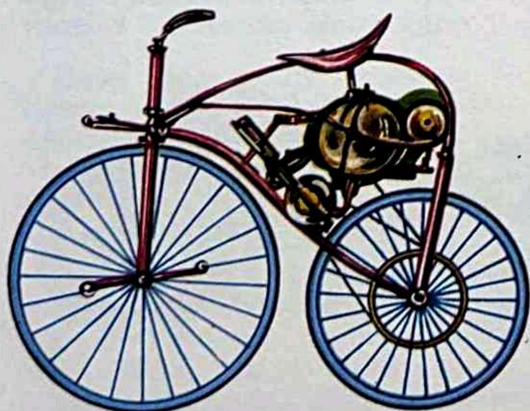
God. 1886. izradio je *Karl Benz* trokolicu s benzinskim motorom. U Njemačkoj je 1894. dovršena u tvornici *Hildebrand und Wolfsmüller* (Volfsmiler) prva motorna dvokolica, ali je i ona imala toliko nedostataka da se nije mogla upotrijebiti. Tek u francuskoj tvornici *De Dion-Bouton* (De Dion-Buton) izrađeno je 1897. vozilo s motorom na gazolin, koje se smatra prvim uspjelim motociklom iako je imalo tri kotača.

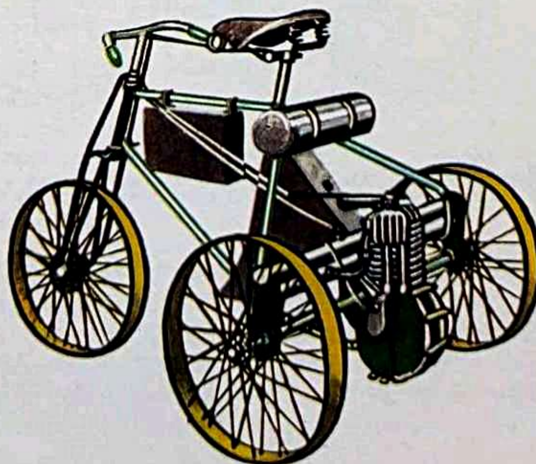
Mehaničari *Laurin i Klement* iz Mlade Boleslave u Češkoj izradili su 1897. u radionici bicikla prvu motornu dvokolicu, koja je bila najbolja na svijetu. Na njoj je bilo mnogo novosti, a najveća je bila ta što se goriva smjesa benzina i zraka palila magnetskim upaljivačem. Motocikli Laurina i Klementa osvojili su od 1903. do 1905. na utrkama 56 prvih nagrada, a 1905. postigli su i svjetsko prvenstvo.



Lijevo: parna dvokolica koju je 1868. izradio Michaux u svojoj pariškoj tvornici bicikla

Gore: Daimlerova motorna dvokolica iz 1885. Desno: motocikl De Dion-Boutona iz 1897.





U to doba brzo su nicale tvornice motocikla u Njemačkoj, Austro-Ugarskoj, Francuskoj i Velikoj Britaniji. U tim zemljama osnivali su se motoristički klubovi i priređivala raznovrsna takmičenja. Težnja za brzinom i osvajanjem rekorda silila je tvorničare na velike napore kako bi tehnički usavršili svoje motocikle i pojednostavnili izradbu da bi im mogli sniziti cijenu.

Za prvoga svjetskog rata 1914—18. tvornice su morale pojačati proizvodnju jer su motocikli postali važna vojna vozila. Poslije rata razvilo se jako takmičenje među tvornicama, motorne dvokolice su se naglo poboljšavale, ali unatoč usavršenjima i raskošnijoj opremi cijene su postajale sve niže. U 1938. motocikli su već bili udobna i i jeftina vozila.

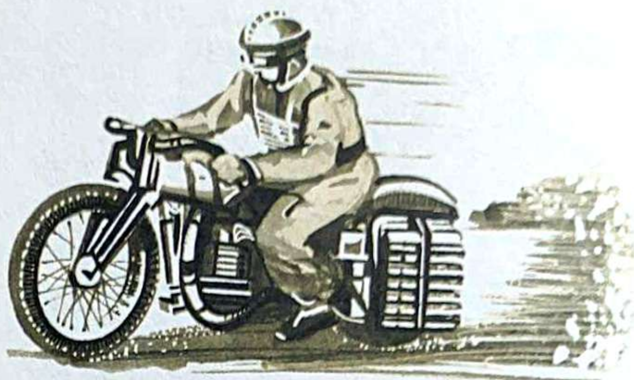
U drugom svjetskom ratu ponovno je pojačana proizvodnja vojnih motocikla, a poslije rata, kad su tvornice prešle na mirnodopsku proizvodnju, iskoristile su iskustva što su ih stekle gradnjom aviona, pa su i za motocikle počele upotrebljavati lake i čvrste slitine od aluminija i magnezija. Motorne dvokolice u posljednje vrijeme toliko su se usavršile da maleni moped do 50 m³ iz 1962. nadmašuje motocikl od 125 cm³ iz 1952.

Prednosti motocikla. U usporedbi s automobilom motocikl je lakši i jeftiniji, a i njegovo održavanje iziskuje manje troškova. Jednostavnija je i njegova pohrana jer za nj nije potrebna prostrana i skupa garaža. Malen motor može tjerati laku dvokolicu jednakom brzinom kao što tjera velik motor težak automobil, a malen motor troši manje goriva, pa su i troškovi vožnje manji. Jeftinija je i cijena guma i svih rezervnih dijelova. Sve su to uzroci koji su pridonijeli da su se motorne dvokolice brzo proširile svijetom.



Motocikl je 1905. imao jednocilindarski motor od 2,7 KS, a na zupčaniku su bili pedali kako bi se mogao pokrenuti i tjerati nogama

Podjela motornih dvokolica. Motorne dvokolice se dijele po stapajnoj zapremini (volumenu) cilindara u *male motorne dvokolice*, zapravo bicikle s pomoćnim motorom, tzv. *mopede*, sa zapreminom od 48 do 50 cm³, u *lake motocikle* sa zapreminom od 75 do 125 cm³ i u *teške motocikle* sa zapreminom od 150 cm³ i većom.



U Njemačkoj su 1927. započela prva ispitivanja raketnog pogona na vozilima. Najbolji su uspjesi postignuti na avionima i nekim oružjima. Za motocikle se takav pogon pokazao opasnim i nepogodnim

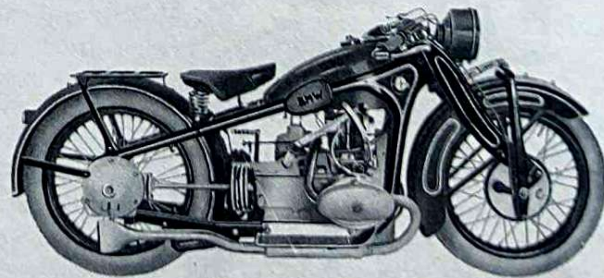
Prema vrsti motora razlikuju se motocikli s dvotaktnim i četverotaktnim motorom. Dvotaktne motore imaju obično manji motocikli, a četverotaktne veći. Dvotaktni motori su jeftiniji i jednostavnije se održavaju, a četverotaktni troše manje goriva.

Osim toga, postoje i motocikli s prikolicom, koja se može lako od motocikla odvojiti.

Posebna su vrst motornih dvokolica *skuteri* (engl. scooters, č. skuters).

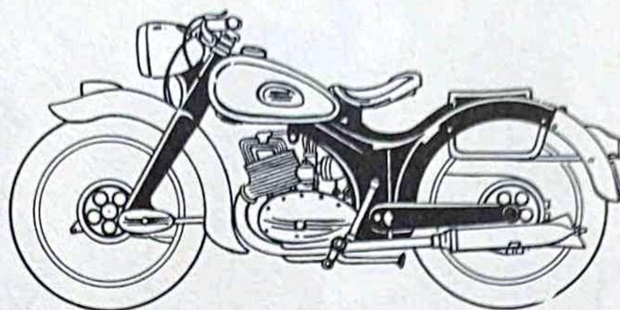
MODERNI MOTOCIKLI

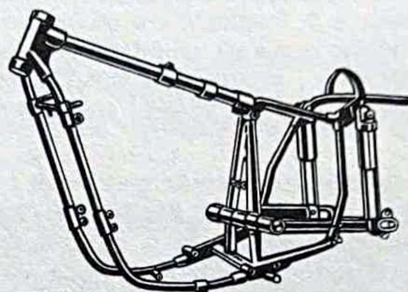
Glavni su dijelovi modernog motocikla: *okvir* koji je okosnica vozila i nosi sve ostale dijelove; *motor* pokreće dvokolicu, *prenosni uređaj* prenosi snagu motora na stražnji kotač, *kotači* s gumenim obručima nose dvokolicu, a kotrljanjem po putu pokreću vozilo, *uređaj za upravljanje* služi za okretanje vozila, usmjerivanje vožnje te za upravljanje motorom, kočnicama, paljenjem itd., *elastične veze* ublažuju udare i trešnje, *električni uređaj* daje struju za paljenje gorive smjese, za osvjetljivanje puta i za signalizaciju, *signalni uređaj* služi za upozoravanje prolaznika i drugih vozača na kretanje vozila (skretanje i kočenje).



Motocikl iz 1932. s bokser-motorom i kardanskom osovinom

Okvir je izrađen od čeličnih cijevi ili od čelična prešana lima. On nosi sve dijelove dvokolice: motor sa spojkom i mjenjačem brzina, sjedala, rezervoar za benzin, prednju i stražnju vilicu s kotačima, upravljač, a osim toga pridržava i prikolicu, ako je ima.

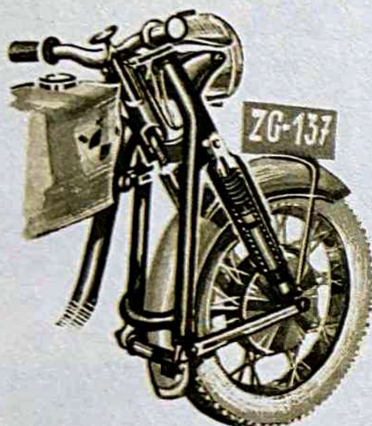


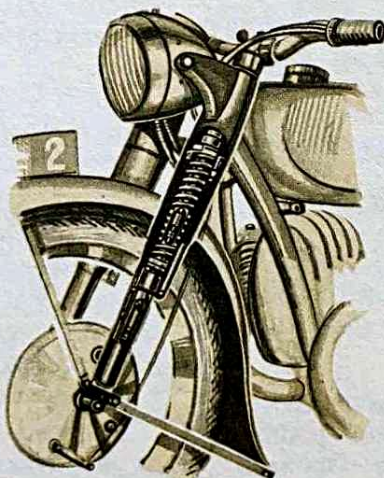


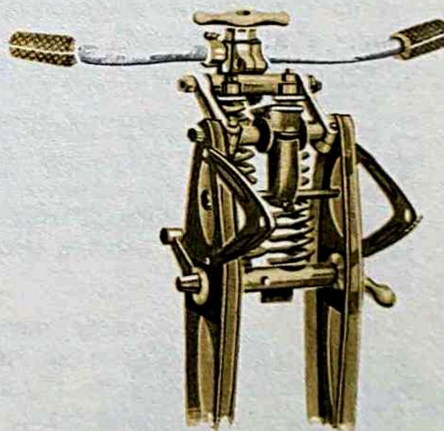
Gore limeni, dolje cijevni okvir motocikla

Prednja vilica nosi dio težine, omogućuje upravljanje dvokolicom i ublažuje udare koji nastaju za vrijeme vožnje. Razlikuje se *teleskopska vilica*, kojoj se pri udarima krakovi uvlače i izvlače kao na teleskopu (dalekozoru), *trokutna* i *paralelogramska vilica* izrađena od čeličnih cijevi. Jedne i druge vrste vilica imaju spiralne opruge.

Stražnja vilica sastavljena je od dvije čelične cijevi koje su pričvršćene desno i lijevo uz okvir. U njima su spiralne opruge, a ponekad i ublaživači trešnji.







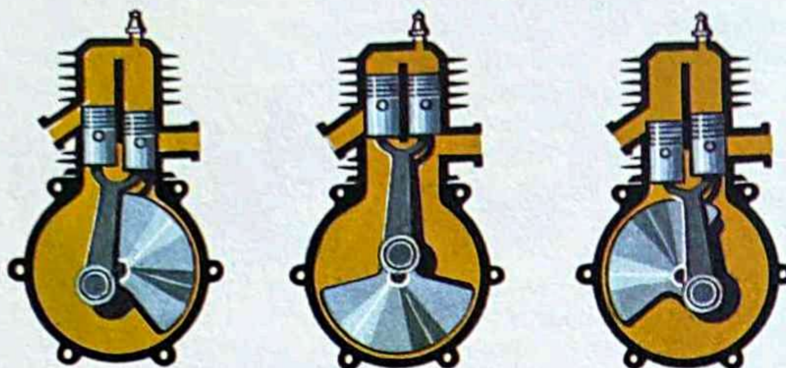
Prednje vilice modernih motocikla: lijevo trokutna, desno paralelogramska, u sredini teleskopska. Sve tri imaju spiralne opruge

Motor je za manje motocikle do sadržine cilindra od 250 cm³ obično dvotaktan s jednim cilindrom. Budući da dvotaktni motor veće sadržine troši mnogo goriva, radije se u dvotaktnim motorima od 500 cm³ upotrebljavaju dva paralelna manja cilindra nego jedan veliki.

Veći motocikli imaju obično četverotaktne motore sa dva cilindra sa stapajnom sadržinom od 500 cm³ i većom. Cilindri najčešće leže vodoravno na motornom kućištu, jedan nasuprot drugomu (tip bokser). Vrlo veliki motocikli mogu imati i bokser-motor od 4 cilindra.

Cilindri su od aluminija i sastavljeni su od glave i tijela. S vanjske strane su rebrasti zbog boljeg hlađenja, jer se motor ne hladi vodom nego zrakom. U glavi četverotaktnog motora nalaze se usisni i ispušni ventili i svjećice za paljenje gorive smjese.

Cilindri dvotaktnih motora nešto se razlikuju od četverotaktnih. Oni nemaju ventila, jer klip razvodi ulazak gorive smjese i izlazak ispušnih plinova. Zato cilindar dvotaktnog motora ima pri kraju stapaja 1—2 ispušna otvora, 1—3 prelazna kanala kojima smjesa prelazi iz motorskog

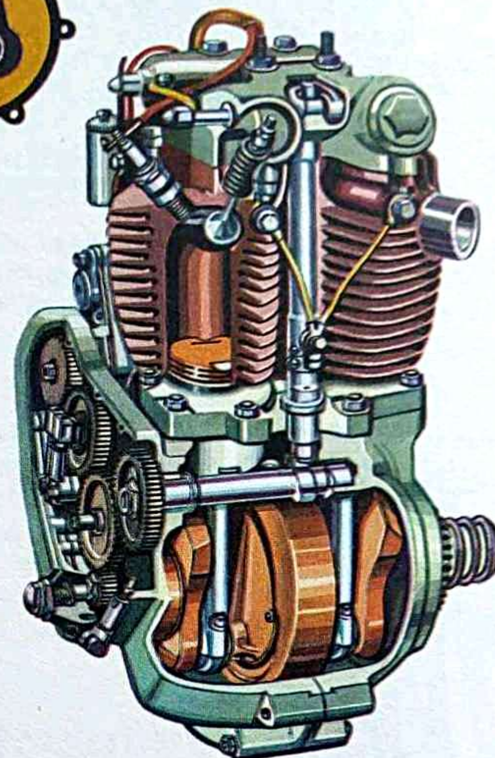


Dvotaktni dvoklipni motor motocikla. Gore: svjećica i rebra za hlađenje. Lijevo: ispušni otvor. Desno: usisni i prelazni kanal. U sredini: klipnjača sa dva klipa. Dolje: koljenasta osovina s polukružnim protuutegom kojim se izjednačuje težina svih pokretnih dijelova

kućišta u cilindar, a ispod donjeg ruba stapaja nalazi se jedan usisni kanal, kojim se goriva smjesa usisava iz rasplinjača u motorsko kućište.
Zbog boljeg punjenja cilindara gorivom smjesom izrađuju se i motori s dvostrukim cilindrom sa dva klipa, koji su spojeni dvokrakom klipnjačom.

Klip se u cilindru pomiče gore-dolje i pokreće klipnjaču, a ona okreće koljenastu osovinu sa zamašnjakom. *Klipnjača* je u motoru motocikla izrađena od jednog komada, tj. ona nema dvodjelnu veliku hvataljku kao u automobilskom motoru, jer je nataknuta na koljenastu osovinu. Ta je osovina sastavljena od više komada: od dva teška zamašnjaka, više osnaca (kratkih osovina) i valjkastih ležaja.

Na jednoj strani motornog kućišta je pregrađen prostor u kojemu je uređaj za otvaranje ventila i za pogon magnetskog upaljivača. Na drugoj strani koljenasta osovina završava *lančanikom* (lančanim zupčanikom), koji tjera spojku i mjenjač brzina.



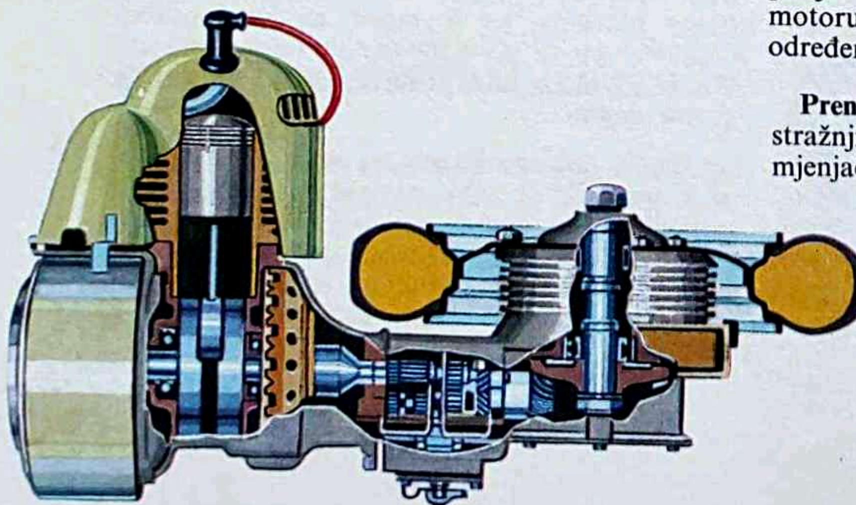
Dvocilindarski četverotaktni motor motocikla

Motori za motocikle imaju obično dvije razvodne osovine za otvaranje ventila, za svaki ventil po jednu. Razvodne osovine tjera koljenasta osovina s pomoću zupčanika. Zupčanik jedne od razvodnih osovina tjera uljnu pumpu i upaljivač.

Podmazivanje motora na motociklu zavisi od vrsti motora. Dvotaktni se motor podmazuje tako da se benzinu doda 5% ulja. Ono ulazi u motor s benzinom, podmazuje stijene cilindara i zatim izgara zajedno s gorivom smjesom benzina i zraka. Četverotaktni motori podmazuju se čistim uljem pod tlakom. Iz uljne sisaljke ulje ide do ventila, gdje podmazuje poluge i vreteno ventila, vraća se na zupčanik razvodnog uređaja, prolazi kroz zamašnjak, prodire do koljena koljenaste osovine, podmazuje veliku hvataljku klipnjače, sa zamašnjaka štrca po stijeni cilindra i pada natrag na dno motorskog kućišta.

Napajanje gorivom. Motocikli imaju rezervoar za benzin iznad motora, ispred sjedišta. Zato nije potrebna pumpa jer se benzin spušta u rasplinjač i u motor prirodnim padom. U rezervoar stane benzina dovoljno za 300—400 km vožnje. Rasplinjač (v.) djeluje slično kao na automobilskom motoru; on automatski miješa raspršeni benzin s određenom količinom zraka.

Prenosni uređaj prenosi snagu motora na stražnji kotač. Uređaj je sastavljen od spojke, mjenjača brzina i prenosnog lanca.



Motor i prenosni uređaj motocikla. Lijevo: zamašnjak, koljenasta osovina, spojka i kardanska osovina. Desno: mjenjač brzina, stožni zupčanici, stražnja osovina, kotač i stražnja kočnica

Spojka ima nekoliko ozubljenih okruglih pločica (lamela), a njihovi zubi ulaze u ozubljeni bubanj kad spiralna pera pritisnu te pločice.

Mjenjač brzina služi za istu svrhu kao na automobilu. On ima prazan hod i tri brzine za vožnju naprijed. Uređaj za vožnju natraške ne postoji jer na motociklu nije potreban. Brzine se mijenjaju posebnom nožnom polugom ili ručnom polužicom koja je pričvršćena s desne strane uz rezervoar benzina.

Prenosni lanci. Na prvim motornim dvokolicama prenosila se snaga motora izravno na stražnji kotač s pomoću plosnata remena. Kasnije se neko vrijeme upotrebljavao klinasti remen. Pošto su se usavršili brzookretni motori, uveden je najprije *prenosnik* (reduktor) u kojemu se smanjuje brzina okretanja, a kasnije i mjenjač brzina.

Danas se za prijenos snage motora upotrebljavaju dva lanca: jedan prenosi okretanje motora na spojku, koja okreće mjenjač brzina, a drugi lanac, tjeran mjenjačem, okreće stražnji kotač. Prvi je lanac zatvoren u kućištu i dobro zaštićen od prašine, a drugi je otvoren, ali je ipak zaštićen limenim okućjem sve do stražnjeg kotača.

Pokretač motora. Motor se na motociklu pokreće *nožnim pokretačem* (kick-starterom, č. kik-starterom). Na osovini pokretača je kružni isječak zupčanika. Kad se poluga pritisne nogom, zupčanik zahvati osovinu mjenjača brzina, pokrene je, a preko nje i koljenastu osovinu motora; motor se okrene i proradi.

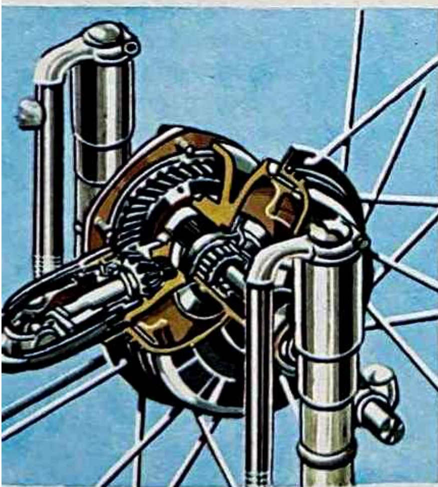


Stražnji kotač motocikla

Kotači na svim dvokolicama imaju jednak promjer od 19 palaca (483 mm). Širina kotača i dimenzije guma određuju se prema težini dvokolice i snazi motora.

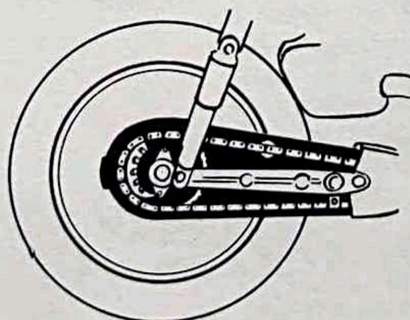
Uređaj za upravljanje ima osovinu o koju je pričvršćena prednja vilica i upravljač s različnim ručicama za spojku, prednju kočnicu, za paljenje, pokretanje zaklopca na rasplinjaču, dugmeta za sirenu i za obaranje svjetlosti reflektora.

Osovina i prednja vilica uvijek su nagnute prema natrag pod kutom od oko 60° zbog stabilnije vožnje. Time se olakšava i upravljanje jer se prednji kotač sam postavlja u smjer ravne vožnje, pa ako je iskrenut, sam se vraća u sredinu.

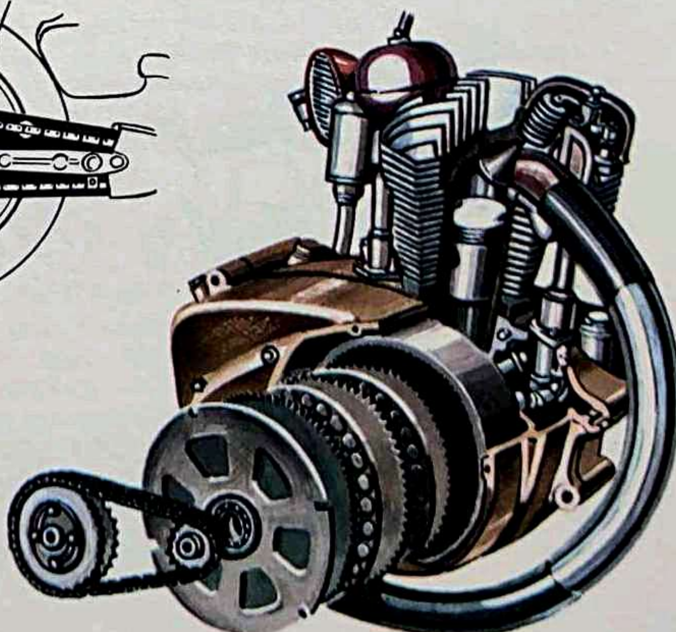


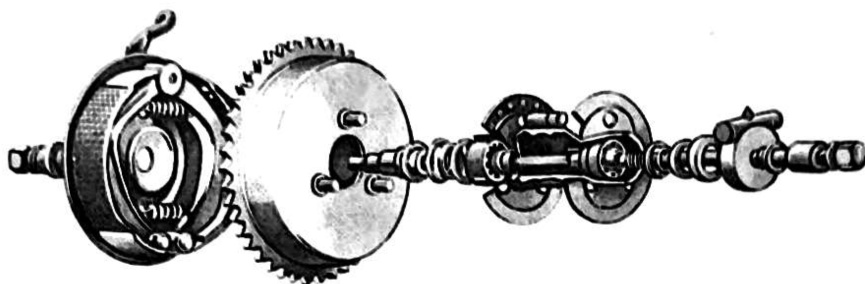
Lijevo: kardanska osovina i stožasti zupčanici. Ovakvu osovinu sa zupčanicima u stražnjoj glavini imaju neki motocikli umjesto lančanog prijenosa. Desno su i lijevo amortizeri

Dolje: spojka motocikla. Zdesna ulijevo: motor, bubanj spojke, ozubljene lamele, lančanik, lanac i lančanik osovine mjenjača. Kad vozač s pomoću poluge stisne spiralna pera u spojci, lamele se razdvoje. Iako motor radi, okreće se samo bubanj s jednom grupom lamela, dok druga grupa lamela, osovina spojke, lančanik i lanac miruju; motocikl se ne kreće. Kad vozač ispusti polugu spojke, spiralna pera stisnu lamele i one se međusobno priljube. Tada se okreću osovina spojke, lančanik spojke, lanac, lančanik mjenjača i mjenjač, a motocikl se pokrene i kreće



Kotači su od tankoga čeličnog lima s izljebljenim naplacima za gume. Glavina je spojena s naplatkom s pomoću mnogo čeličnih žica debelih 3—4 mm. Puni pločasti kotači ne mogu se upotrijebiti za dvokolice jer su teški; na njih i jače djeluje bočni vjetar, a to bi smetalo stabilnosti motocikla.







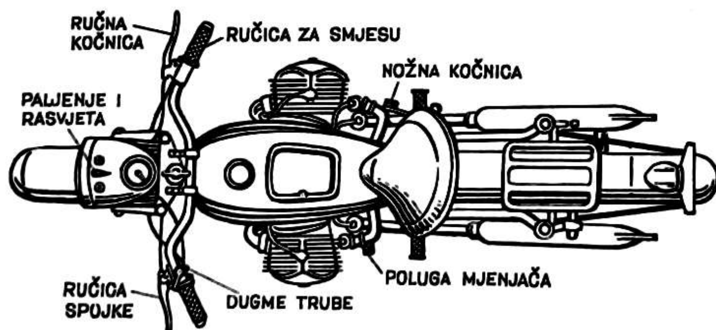
Gore: glavni sastavni dijelovi stražnje kočnice modernog motocikla. Desno: motocikl »Maxi« s četverotaktnim motorom od 175 cm^3. Brzina do 110 km/sat. Izrađivala ga je tvornica »Tito« u Sarajevu

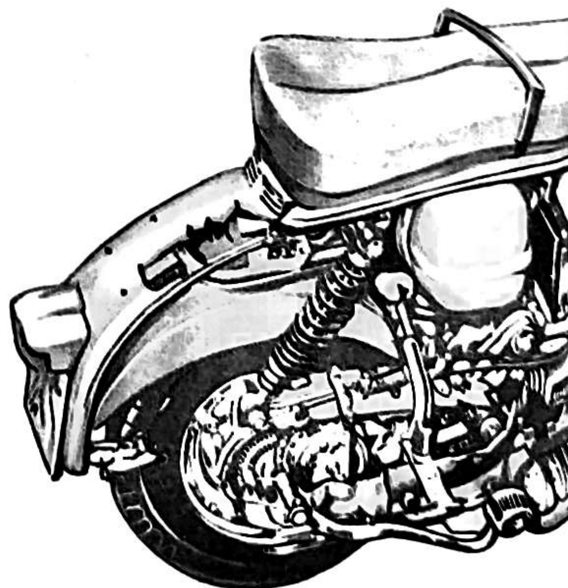
Kočnice su na dvokolicama mehaničke (hidrauličke su vrlo rijetke). Prema prometnim propisima, svaka motorna dvokolica mora imati dvije kočnice: prednju i stražnju. Prednja kočnica je osobitim čeličnim kabelom spojena s ručicom na desnoj strani upravljača, a stražnja kočnica se utiskuje pedalom i priteže željeznom sponom koja povezuje pedal s papučama na bubnju kočnice stražnjega kotača.

Obje kočnice su unutrašnje, tj. kad se papuče rastave pritezanjem spone, one koče trenjem o unutrašnji obod bubnja.

Prikolica. U državama gdje je propisana vožnja desnom stranom ceste prikolica se priključuje zdesna kako bi vozač na sredini puta imao bolju preglednost. Zdesna je i suputnik u prikolici bolje zaštićen od vozila koja dolaze iz protivnog smjera. Prikolica je na 3—4 mjesta pričvršćena uz okvir dvokolice, a spaja se i odvaja dosta lako i brzo. Na vojnim i terenskim dvokolicama prenosi se snaga motora i na kotač na prikolici. U tom je slučaju kotač prikolice spojen s osovinom stražnjega kotača dvokolice s pomoću kardanske osovine.

Takmičenja u brzini i borbe za osvajanje rekorda brzine utječu na neprekidno usavršavanje motocikla. Vozila za osvajanje apsolutnih (svjetskih) rekorda brzine potpuno su zatvorena u kućištu koje ima oblik kaplje, jer taj oblik pruža najmanje otpora zraku. U nekim takvim motociklima vozač u niskom okućju sjedi posve pogrbljen prema naprijed, a u drugima gotovo leži. Na glatkoj poljani kod *Bonneville Salt Flats* (Bonevil Solt Flets) u SAD (Veliko slano jezero) *Wilhelm Herz* (Herc) s motociklima NSU od





Gore: raspored svih polužica za upravljanje na modernom motociklu. Desno: skuter »Lambretta« talijanske proizvodnje s motorom od 175 cm^3 iz 1957. Za rata 1939—45. izrađivali su se posve mali skuteri koji su se mogli i sklopiti. Bili su veoma laki tako da su se za vrijeme zračnih desanata mogli spuštati iz aviona i s malim padobranima. Iako su skuteri pogodna vozila za vožnje u gradovima, oni se u posljednje vrijeme manje izrađuju; istiskuju ih manji mopedi

500, 750 i 1000 cm^3 dostigao je 1956. rekord brzine od 338 km na sat. Sva tri motocikla s istim okućjem dostigla su tačno istu brzinu.

Motori modernih motocikla od 50 cm^3 (12 KS), 100 cm^3 (20 KS) i od 500 cm^3 (48 KS) okreću se brzinom od 11 000 do 16 000 okretaja u min. Konstruktori proučavaju različite novosti: usavršavaju uređaj koji okretanjem razvodi gorivu smjesu u motoru bez ventila, dotjeruju način napajanja motora tako da se gorivo neposredno uštrcava u cilindar dvotaktnog motora s pomoću pumpe (kao na dizel-motoru) i dr.

SKUTERI

Godine 1922. pojavila se nova vrst motorne dvokolice, *skuter* (engl. scooter), koja je sličila više dječjoj igrački nego pravom vozilu. Glavna je prednost skutera mala težina i pristupačna cijena. Konstruktori su pomišljali i na to da bi se skuter izradio tako malen i lak da bi ga vlasnik mogao ponijeti uza stubište u stan kao bicikl.

Rat 1939—1945. obustavio je razvoj skutera za građanske potrebe, ali je saveznička vojna industrija izradila tako male i lake dvokolice da su se one mogle spustiti iz malih aviona padobranom zajedno s padobrancem.

Poslije rata tvornice su opet prešle na gradnju nešto većih skutera, a u tom su prednjačile talijanske tvornice, koje su proizvodile tipove *Vespa* i *Lambretta.* Konstruktorima je bio cilj da izrade lako i jeftino vozilo, na kojemu vozač ne jaše nego sjedi. Nisko vozilo s malim kotačima i motorom pri zemlji vrlo je stabilno. Ono ima i rezervni kotač s gumom, tako da vozač može brzo izmijeniti cijeli kotač ako se na skuteru probuši guma.



Gore: skuter »Galeb« (Thomos). Dvotaktni jednocilindarski motor, 147 cm^3, 6 KS, mjenjač za 3 brzine, dostiže brzinu od 80 km na sat

Oko 1950. prodaja skutera dostigla je vrhunac, ali otad opada iako se ta vozila, veoma pogodna za gradski promet, i dalje neprekidno usavršavaju. Umjesto okvira skuteri imaju obično samo jednu središnju uzdužnu cijev koja nosi štitnik za noge. Motor skutera od 80 do 175 cm^3 ne razlikuje se od motora na motociklu. Hladi se zrakom. Budući da je motor zatvoren ispod sjedišta, zrak za hlađenje tjera ventilator. Mjenjač brzina ima prazan hod i 3 ili 4 brzine.

Promjer kotača je na svim skuterima jednak i iznosi 8 palaca (203 mm).

Motori i donji ustroji skutera postaju u posljednje vrijeme bolji i sigurniji. Za podmazivanje motora smanjena je količina ulja koje se smiješa s benzinom. Kod najmodernijih motora dovoljno je uliti 2% pa čak i 1% ulja. Manjom količinom ulja u benzinu postizava se mirniji rad motora, smanjuje se njegovo zamašćivanje i gotovo se uklanja crni dim iz ispušne cijevi.

Udobnost novih skutera povećana je čunjastom spiralnom oprugom povrh prednjega kotača i sa dvije stražnje dvočunjaste spiralne opruge. Uza stražnje opruge smještena su i dva *prigušivača udara* (*amortizera*). Motori rade mnogo mirnije i tiše, a i izgled vozila je mnogo ljepši.

MOPEDI

Mopedi su bicikli s pomoćnim motorom. Statistički pregledi motornih dvokolica pokazuju u posljednje vrijeme stalno opadanje prodaje velikih motocikla. Prodaja lakih motocikla nešto raste, ili se drži na istoj visini, a u najvećem je porastu prodaja bicikla s pomoćnim motorom (mopeda) od 50 cm³. Ta pojava nije iznenadila stručnjake u Evropi.

Motocikli velike zapremine skuplji su od malih automobila u kojima se može voziti cijela obitelj. Stoga velike motocikle kupuju samo oduševljeni ljubitelji te vrsti sporta, a tih je kupaca razmjerno vrlo malo.



Mopedi su se već toliko usavršili da imaju motore od 50 cm³ s automatskom centrifugalnom spojkom. Moped je lak, čist i vozi tiho; može se ponijeti u stan. Radnici i službenici njime postaju nezavisni o voznom redu autobusa i trolejbusa za vožnju od kuće do tvornice. I vlasnici automobila kupuju sve više mopeda da ne moraju izvlačiti automobile iz garaže za kratke vožnje kroz grad s gustim prometom. Seljaci na bregovitu tlu sve se više njima služe umjesto bicikla.

Mopedi nalaze sve više kupaca jer su jeftini, jednostavno se njima upravlja, za njih u nekim državama ne treba vozačka dozvola i ne iziskuje gotovo nikakvih troškova za održavanje.

Na mopedu je jednocilindarski dvotaktni motor od 50 cm³ namješten iznad prednjeg kotača. On tjera taj kotač s pomoću valjčića i automatski se od njega odvoji kad se smanji dovod gorive smjese, tj. kad se zakrene ručica na upravljaču kako bi se vozilo manjom brzinom. Na drugoj vrsti mopeda motor se podigne i odvoji od kotača kad se pritegne prednja kočnica. Za gust ulični promet u velikim gradovima takvo je isključivanje motora vrlo praktično. Motor se neprekidno okreće pa i onda kad se moped zaustavi. Čim se ručica ubrzivača zakrene da bi se povećao gas, motor se počne brže okretati, sam se spoji s kotačem i pokrene moped. Prednja i stražnja svjetiljka može gorjeti i dok moped stoji. Motor se hladi puhalom dok radi iskopčan malom brzinom kad moped stoji na mjestu, ili dok vozi premalom brzinom.

Osnovnim zakonom o sigurnosti saobraćaja kod nas se moped smatra motociklom. Stoga će i mopedi biti registrirani, a vozači će polagati vozačke ispite za tu kategoriju motornih vozila.



Lijevo: britanska »Lambretta« (175 cm³) s malom dječjom prikolicom. Gore: moped »Solex« koji se najčešće viđa na britanskim putevima. Dolje: popularni moped »Colibri« tvornice »Tomos« (Koper)



AUTOMOBILI

Automobil je vozilo koje se kreće vlastitim pogonskim sredstvom. Naziv mu je sastavljen od grčke riječi autos (= sam) i latinske riječi mobilis (= pokretan).

PIONIRI AUTOMOBILIZMA

Odavna je čovjek tražio prijevozna sredstva koja bi se kretala sama, bez pomoći životinja koje su, doduše, jače, brže i izdržljivije od čovjeka, ali se ipak zamaraju, pa im treba odmora, a moraju se hraniti i onda kad ne rade. Čovjek je stoga dugo maštao o tom kako bi sagradio kola bez konja.

Osim vjetra, u staro doba bile su poznate još samo dvije pokretne sile: voda i para. Vodena snaga odavna se iskorišćavala za pogon strojeva. Okretala je mlinska kola i primitivne kotače koji su dizali vodu iz rijeka i potoka za navodnjavanje polja. Ali sva ta kola tjerana vodenom snagom bila su na stalnim mjestima, uz slapove i vode tekućice, jer vodena snaga nije mogla tjerati pomična vozila.

Sila vodene pare bila je odavna poznata. Prije dvije tisuće godina učenjaci su u egipatskom gradu Aleksandriji vršili pokuse različnim strojevima. *Heron Aleksandrijski* izradio je prvu spravu koju je okretala para. Iz zatvorena kotla para se dizala kroz šuplji stalak, ulazila je u okretljivu kuglu i izlazila iz nje kroz dvije *sapnice*. Kako se od potiska pare kugla okretala, neki u njoj vide prvi početak *parne turbine*. Ali svi su aleksandrijski strojevi, što su ih tjerali vjetar, voda, utezi ili para, bili više modeli nego pravi strojevi od kojih bi čovjek imao koristi.



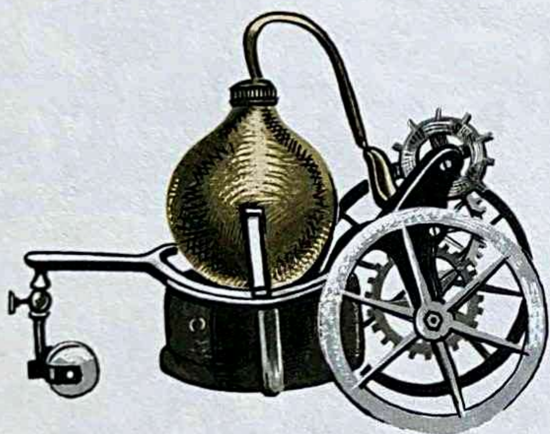
Prije 2000 godina izradio je aleksandrijski fizičar Heron kuglu koju je okretala snaga vodene pare

Čovjek je odavna želio da izradi kola koja bi se kretala bez ljudske ili životinjske snage. U knjizi Astronomia Europaea, koja je štampana 1687. u Dillingenu u Bavarskoj, opisao je *Ferdinand Verbiest* (Ferbist) neku vrst parne turbine kojom bi se mogla tjerati kolica po cesti. Verbiest je taj stroj nazvao *motor* (lat. moto = kretati).



Isaac Newton izradio je 1689. model parnih kolica na reaktivni pogon. Na kolicima je bio kotao s vodom, a ispod njega svijeća. Plamen upaljene svijeće grijao je vodu i pretvarao je u paru, ona je sukljala iz kotla kroz mlaznicu; od reakcije su se kretala kolica

Papinov pokus. Prije tri stotine godina čovjek je otkrio da i zrak ima težinu te da na sve strane tlači silom od oko 1 kg na cm². Tu težinu mi ipak ne osjećamo jer zrak tlači naše tijelo sa svih strana, iznutra i izvana.



Ferdinand Verbiest nacrtao je i opisao 1687. u jednoj svojoj knjizi parna kola koja bi se mogla tjerati po cesti parnom turbinom

Učenjaci su se u to doba rado bavili različnim ventilima i sisaljkama. Fizičar *Denis Papin* (Deni Papen) iskoristio je u svom pokusu 1690. elastičnu silu pare i došao do otkrića koja su kasnije omogućila izum parnog stroja.

Bocu s dugim grljkom Papin je nalio do polovice vodom i začepio pomičnim čepom. Kad je dno boce grijao, voda se pretvarala u paru koja je povećavala napetost u boci. Čep se dizao tolikom silom da je podizao i dosta težak uteg.

Kad je čep došao do vrha grla, Papin je bocu hladio. Para u boci pretvarala se u vodu (kondenzirala se), napetost je opadala, pa kako se prostor zbog uzdizanja čepa povećavao, u boci je nastajala praznina. Tlak vanjskog zraka, koji je tada bio veći nego napetost u boci, potiskivao je čep natrag gotovo do onog mjesta gdje je bio prije grijanja. Zbog toga što se čep vraća na svoj položaj pod utjecajem vanjskoga atmosferskog tlaka, takva se sprava naziva *atmosferska parna sprava.*

Worcesterova atmosferska sisaljka. Englez *Worcester* (Vorsester) prvi je iskoristio atmosferski tlak za rad. Izumio je parnu sisaljku koja je crpla vodu iz rudnika ugljena.

Kada voda ključa, svaka se litra vode pretvara u 1894 litre pare, a kad se para ohladi, ponovno se pretvara u vodu i sužava se na prvobitni obujam. To stezanje i rastezanje pare Worcester je iskoristio za isisavanje vode iz rudnika.

Njegova se sisaljka sastojala od parnog kotla, od nepropusnog tanka, tri cijevi i tri ventila. Radila je u dvije faze. U prvoj fazi tank se punio parom iz kotla. Pri tom su gornja dva ventila morala biti otvorena, a donji je ventil bio zatvoren. Para je povećavala tlak u tanku, tlačila je vodu u njemu i tjerala je kroz gornju cijev napolje. U drugoj fazi, pošto su se zatvorila gornja dva ventila a otvorio se donji ventil, para se hladila i kondenzirala, u tanku je nastajala praznina, pa je vanjski atmosferski tlak, koji je tlačio površinu vode na dnu rudnika, dizao vodu u usisnoj cijevi i vodom nadomjestio prazninu što ju je stvorila zgusnuta para u tanku. Kad je dizanje prestalo, donji se ventil zatvorio, i voda je ostala u tanku. Pošto su se zatim ponovno otvorila gornja dva ventila, para je iz kotla ispunjavala tank, tlačila vodu i izbacivala je napolje. Tako se to ponavljalo, i iz rudnika se crpla voda, ali je jedan ložač morao stalno ložiti vatru pod kotlom te zatvarati i otvarati ventile. Takva sisaljka, bez pokretnih dijelova, još se nije mogla nazvati parostrojem.



Denis Papin je 1687. otkrio elastičnu silu pare. Iz grijane vode stvarala se para, povećavala se napetost u boci i dizao se čep

Newcomenov atmosferski parostroj. Poslije nekoliko godina engleski kovač *Thomas Newcomen* (Njukomn) izradio je 1705. bolju spravu koja se već mogla nazvati strojem. Njegov je stroj imao kotao, u kome se proizvodila para, i poseban *cilindar* u kojem se nalazio pomični čep, *stap*. Taj je stap bio vezan za dvokraku polugu koja se zvala *jaram* (balansijer). Na drugom su kraju jarma visili na lancima stap sisaljke za vodu i



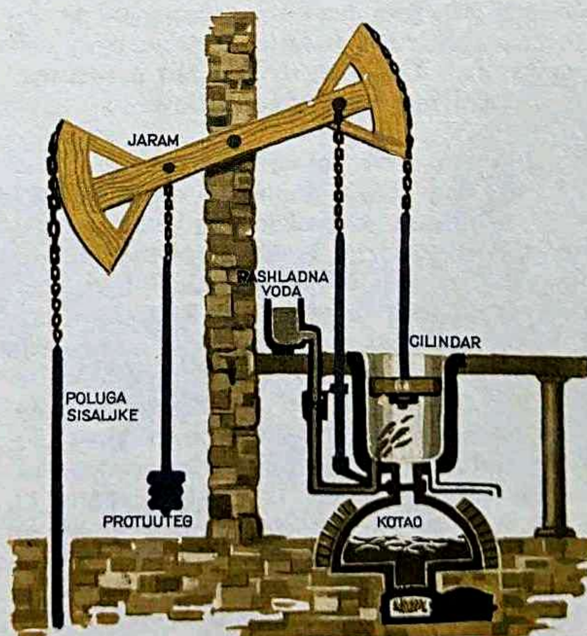
Worcesterova atmosferska sisaljka crpla je vodu iz rudnika u Engleskoj, ali je neprekidno trebalo otvarati i zatvarati 3 ventila

protuuteg. Stroj je imao i dva ventila: jedan za paru na vrhu kotla i drugi za vodu pri dnu cilindra.

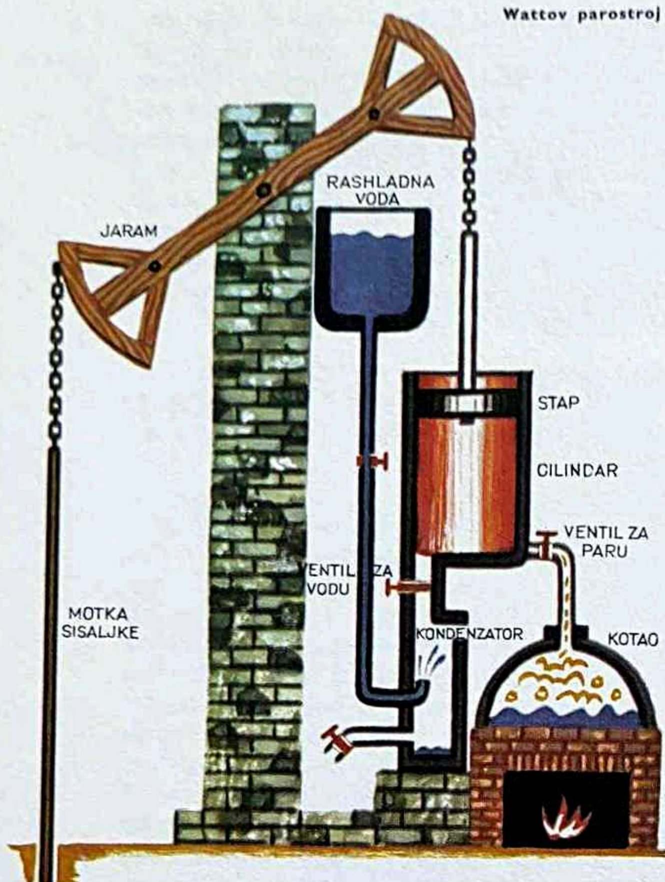
Para se iz kotla puštala parnim ventilom u cilindar, gdje je stvarala pritisak koji je jedva bio nešto veći od atmosferskog tlaka. Stap se u cilindru ipak dizao jer su dizanju pomagali protuuteg i težina pomičnih dijelova u sisaljci. Kad je stap došao do vrha cilindra, trebalo je zatvoriti parni ventil, a s pomoću drugog ventila otvoriti dovod hladne vode iz spremišta (tanka). Mlaz hladne vode odmah bi zgusnuo paru u cilindru, gdje bi se stvorila praznina (vakuum), a vanjski atmosferski tlak utisnuo bi stap do dna cilindra, dok bi voda (ostatak zgusnute pare) izišla kroz posebnu cijev napolje. Stap bi pri spuštanju povukao svoj kraj jarma prema dolje. Druga strana jarma dizala se prema gore i vukla stap sisaljke, a sa stapom i vodu iz rudnika. Poslije toga je trebalo opet zatvoriti dovod hladne vode iz tanka, otvoriti parni ventil na kotlu, i stap bi se ponovno digao. Tako je stroj radio bez prekida, ali je jedan čovjek morao pravilno otvarati i zatvarati ventile.

Humphrey Potter — dječak izumitelj. U nekom rudniku u Cornwallu dječak *Humphrey Potter* (Hamfri Poter) čitav je dan otvarao i zatvarao ventile na parnoj sisaljci, te je imao dosta vremena da promatra kako radi stroj. Bistri dječak zamijetio je da treba otvoriti dovod hladne vode i zatvoriti parni ventil kada je jaram na najvišem položaju, i obratno, okrenuti ventile na drugu stranu kada se jaram spusti najniže. Uskoro mu je mozgom prostrujila misao da priveže pomični jaram, s pomoću letvice i dva konopčića, za ručice ventila tako da se sami otvaraju i zatvaraju onako kako se njiše jaram. Tako je dosjetljivi dječak usavršio stroj da je mogao raditi sam: crpao je vodu iz rudnika dan i noć bez ikakva nadglednika. To je bio prvi *samoradni parostroj* što ga je Potter izumio 1713.

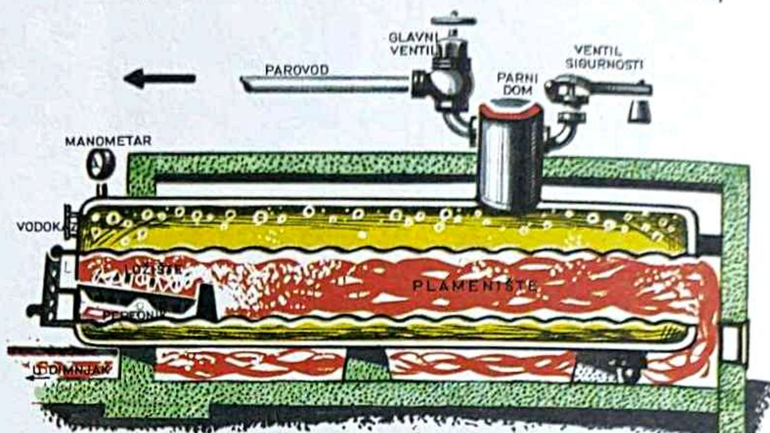
Wattov parostroj. *James Watt* (Džems Vot) rodio se 1736. u Škotskoj. Bio je dijete siromašnih roditelja koje je rano izgubio. Kao mladić od 19 godina otputovao je u London, gdje je izučio mehaničarski zanat. Poslije godinu dana dobio je mjesto strojara na sveučilištu u Glasgowu, gdje je u kabinetu bio jedan Newcomenov stroj koji je dugo ležao pokvaren. Watt ga je 1756. popravio, ali nije bio zadovoljan njegovim radom jer je stroj trošio mnogo pare za grijanje cilindra dok se stap pomicao do vrha, pa se zatim hladio, opet grijao i tako redom. Taj nedostatak nastojao je ukloniti tako da je izradio dva odvojena dijela: cilindar, koji je bio neprekidno vruć, i posebnu posudu za kondenziranje pare koja je bila uvijek hladna. Na taj način Watt je izradio parostroj koji je trošio triput manje ugljena, iako je dvaput brže crpao vodu iz rudnika. Otad su svi rudnici počeli naručivati samo Wattove strojeve, pa je on 1764, već kao slavan čovjek, u društvu s *Boultonom* osnovao veliku tvornicu u kojoj su se izrađivale parne sisaljke, dizala za ugljen, parni čekići za kovanje novca i dr. Svojim izumom Watt je udario temelj modernom parostroju.



Newcomenov atmosferski parostroj



Wattov parostroj za pogon rudničke sisaljke



Princip običnog parnog kotla. Ugljen izgara u ložištu, a pepeo pada kroz rešetku u pepeonik. Plamen prolazi kroz plamenište, izlazi iz kotla i odlazi u dimnjak. Oko plameništa je voda koja se grije i pretvara u paru. Ona se skuplja u gornjoj trećini kotla i u parnom domu, te kroz glavni ventil parovoda ide u parni stroj

DIJELOVI I RAD PAROSTROJA

Moderni parostroj ima kotao odvojen od stroja. U kotlu se proizvodi para, a u stroju para vrši mehanički rad. Da bi se shvatio rad parostroja, treba proučiti njegove glavne dijelove.

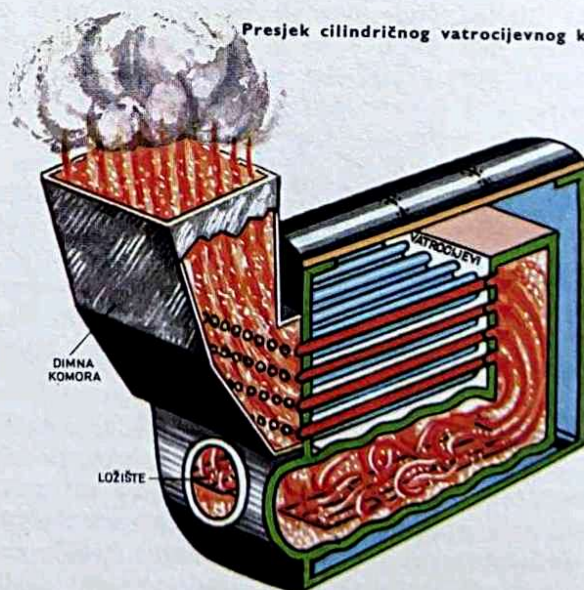
Parni kotao. Prvi kotao, odvojen od stroja, bio je valjkasta oblika. Punio se vodom do $^2/_3$ visine, a vodostaj se nadzirao u *vodokazu* od debela stakla. Na vrhu kotla bio je *ventil sigurnosti*; jedan je uteg svojom težinom držao poklopac ventila u zatvorenu stanju. Kad je pritisak pare u kotlu postao prejak, para je nadvladala težinu utega, podigla poklopac ventila i naglo izlazila iz kotla sve dok se pritisak nije smanjio na redovitu mjeru i dok uteg ne bi ponovno zatvorio ventil. Na kotlu je ugrađen *manometar* (tlakomjer) koji pokazuje jačinu tlaka pare. U stroj se para odvodi *parnom cijevi*, a kotao se napaja vodom kroz *nadolijevnu cijev*. Na kotlu se nalazi i velik otvor, pokriven čvrstim poklopcem, kroz koji se ulazi u kotao zbog čišćenja *kamenca* što se pri dugom grijanju staloži na unutrašnjim stijenama.

Obični *cilindrični kotao* imao je velik nedostatak: trošio je mnogo ugljena jer se grijala samo njegova donja polovica.

Moderni parni kotlovi imaju savršeniji oblik tako da plamen liže mnogo veću površinu kotla. Danas se uglavnom izrađuju dvije vrsti kotlova: vatrocijevni i vodocijevni.

Vatrocijevni kotao tako se zove zato što u velikom valjkastom trupu ima mnogo cijevi kroz koje prolazi vatra. Plamen ne liže samo trup kotla izvana, nego prolazi i kroz vodu plamenim cijevima, pa je *ogrjevna površina* mnogo veća. Takve kotlove imaju parne lokomotive i neki teretni parobrodi.

Vodocijevni kotao ima još više cijevi, ali kroz njih ne prolazi plamen. U njima se nalazi voda, a plamen liže cijevi izvana. Ogrjevna je površina takva kotla još veća, a kako je u njemu manje vode, ona se brže ugrije. Međutim, mala količina

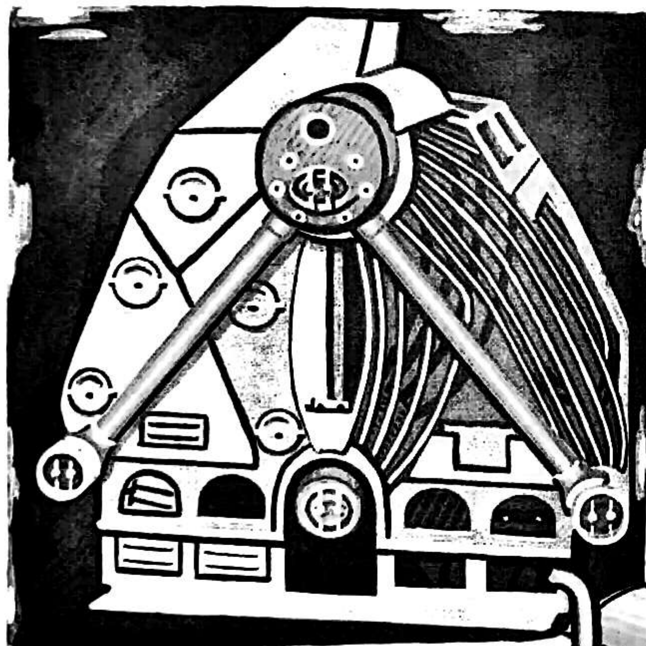


Presjek cilindričnog vatrocijevnog kotla

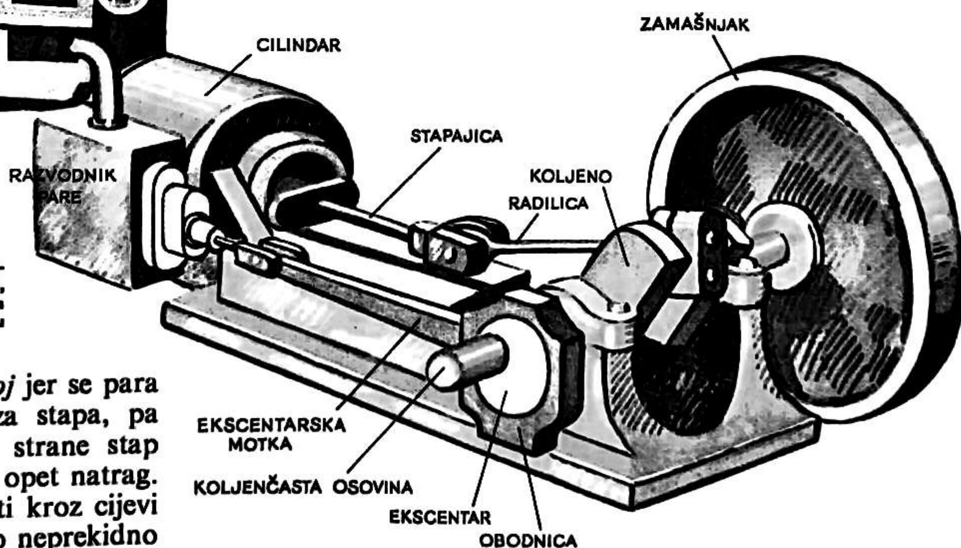
vode i brže se ispari, pa se kotao mora neprekidno napajati vodom. Stoga je takav kotao osjetljiv i zahtijeva veću pažnju pri pogonu. Vodocijevni kotlovi najviše se upotrebljavaju na ratnim brodovima, koji moraju biti brzo spremni za plovidbu i koji troše mnogo pare jer plove velikom brzinom.

Moderni kotlovi imaju, također, sve sigurnosne uređaje: vodokaze, manometre, ventile, ali ne više s utezima, nego s tačno baždarenim oprugama. U stijenama kotla su otvori za čišćenje, za odvod pare u parostroj i za dovod vode za napajanje kotla.

Moderni parostroj nije više atmosferski jer mehanički rad ne vrši tlak atmosferskog uzduha nego samo para. Cilindar je stoga zatvoren s obje strane. U njemu se nalazi pomični stap koji je s pomoću *stapajice* spojen s *radilicom* (ojnicom). Na lokomotivi radilica okreće kotače.



Vodocijevni kotao sa tri vodene i jednom parnom komorom te s mnoštvom vodocijevi



Ležeći parostroj s jednim cilindrom, stapajicom, radilicom, koljenčastom osovinom, zamašnjakom, ekscentrom, ekscentarskom motkom i razvodnikom pare u svom okućju

Takav se stroj zove *dvoradni parostroj* jer se para pušta izmjenično, čas ispred čas iza stapa, pa vrši dva rada: potiskuje s prednje strane stap naprijed, a zatim sa suprotne strane opet natrag.

Para bi se u cilindar mogla puštati kroz cijevi čas ispred čas iza stapa, ali bi trebalo neprekidno otvarati i zatvarati ventile. Nekad se tako i radilo polugama koje su bile vezane sa strojem. U modernom parostroju paru razvodi razvodnik čas ispred čas iza stapa.

Razvodnik pare je smješten u *razvodnoj komori*, pa se u njoj pomiče kod *ležećih strojeva* (npr. lokomotivskih) naprijed-natrag, a kod *uspravnih strojeva* (npr. brodskih) gore-dolje.

Moderni uspravni dvoradni parostroj radi na ovaj način: 1. Razvodnik u gornjem položaju propušta kroz donji kanal svježu paru iz kotla u cilindar ispod stapa, para podiže stap, a stara para, koja je izvršila rad, izlazi iz cilindra kroz gornji kanal i kroz sredinu razvodnika. 2. Kada stap stigne do najvišeg položaja, razvodnik se spušta prema dolje i otvara gornji kanal. 3. Svježa para izlazi kroz donji kanal i kroz sredinu razvodnika. 4. Kada se stap spusti do najnižeg položaja, razvodnik se podiže i ponovno otvara donji kanal.

Stap na brodskom parnom stroju okreće s pomoću stapajice i radilice *koljenčastu osovinu*, a ona preko osovinskog voda okreće vijak (propeler) i tjera brod.

Razvodnik, koji propušta paru čas iznad čas ispod stapa, zapravo upravlja pokretima stroja. Treba samo odgovoriti na pitanje tko pomiče sam razvodnik.

Još od onog doba kada je mladi H. Potter vezao ručice ventila za motku ispod jarma, stroj sam razvodi paru. Na modernom stroju razvodnik pomiču ekscentar i ekscentarska motka.

Ekscentar. Na koljenastu osovinu parostroja nataknuta je i pričvršćena okrugla ploča koja se s njom i okreće, ali se središte ploče ne poklapa sa središtem osovine, nego je malo izvan središta, izvan centra, zato se i zove ekscentar. Ploču ekscentra po cijelom obodu obuhvaća obodnica, koja se pri okretanju ekscentra ne okreće, nego samo klizi oko njega. Za obodnicu je pričvršćena *ekscentarska motka*. Kako se ekscentar pri okre-

tanju koljenčaste osovine okreće zajedno s osovinom, njegov obod zbog ekscentričnosti »igra« oko središta. S obodom igra i obodnica naprijed-natrag i gore-dolje pa tako pomiče i ekscentarsku motku. Pomicanje naprijed-natrag ne iskorištava se, ali se dizanje i spuštanje obodnice i ekscentarske motke prenosi na razvodnik koji razvodi paru.

Zamašnjak. Zanimat će nas sigurno kako će stap prijeći ona dva položaja kad dođe posve na vrh i na dno cilindra, jer u tom trenutku stapajica vuče radilicu, a radilica koljeno na koljenčastoj osovini, sve u jednom smjeru.

Prvi su parni strojevi doista teško prelazili te dvije *mrtve tačke*; radili su nepravilno, na mahove i s trzajima. Watt je uklonio i taj nedostatak. Na koljenčastu osovinu namjestio je teško kolo, tzv. zamašnjak, koji se, kad je pokrenut, vrti dalje zbog svoje ustrajnosti. Stap, dakle, u svim položajima tjera zamašnjak, a kad stigne do gornje i donje mrtve tačke, zamašnjak se po zakonu ustrajnosti kreće dalje i tako pomogne stapu da prijeđe mrtvu tačku. Izmjenično i nejednolično gibanje stapa u cilindru pretvara zamašnjak u jednolično okretanje, pa se koljenčasta osovina okreće pravilno i jednakom brzinom.

Kondenzator. Watt nije htio napustiti ni korist praznine (vakuuma) koja je nastajala u cilindru atmosferskog stroja kada se para zgusnula od mlaza hladne vode. Bilo mu je poznato da će u dvoradnom zatvorenom cilindru praznina s jedne strane stapa pomagati da se stap snažnije pomiče pod tlakom pare s druge strane stapa. Zbog toga je pokraj stroja namjestio zatvoren željezni valjak s mnogo tankih cijevi i kroz njih propuštao onu paru koja je izvršila rad u cilindru. U valjku je oko cijevi neprekidno strujala hladna voda. Para se u cijevima hladi i kondenzira, zato se taj valjak i zove kondenzator. U njemu se para zgušćuje i pretvara u vodu, pa nastaje vakuum. Kako je kondenzator uvijek u vezi s onim dijelom cilindra iz kojeg izlazi para, nastaje vakuum i u cilindru uvijek s te strane stapa, pa kad s jedne strane stapa djeluje tlak pare, a s druge strane vakuum, pojačava se i djelovanje stroja. Para, koja se u kondenzatoru zgusnula u toplu vodu, tlači se opet natrag u kotao. Prema tome je od kondenzatora trostruka korist: 1. stvara se vakuum koji pojačava djelovanje parostroja; 2. štedi se voda koja je, osobito na morskim brodovima, dragocjena tekućina; 3. štedi se ugljen jer se kotao ne napaja hladnom nego toplom vodom, koja je ujedno i destilirana, dakle bez soli, pa ne stvara u kotlu *kamenac*.

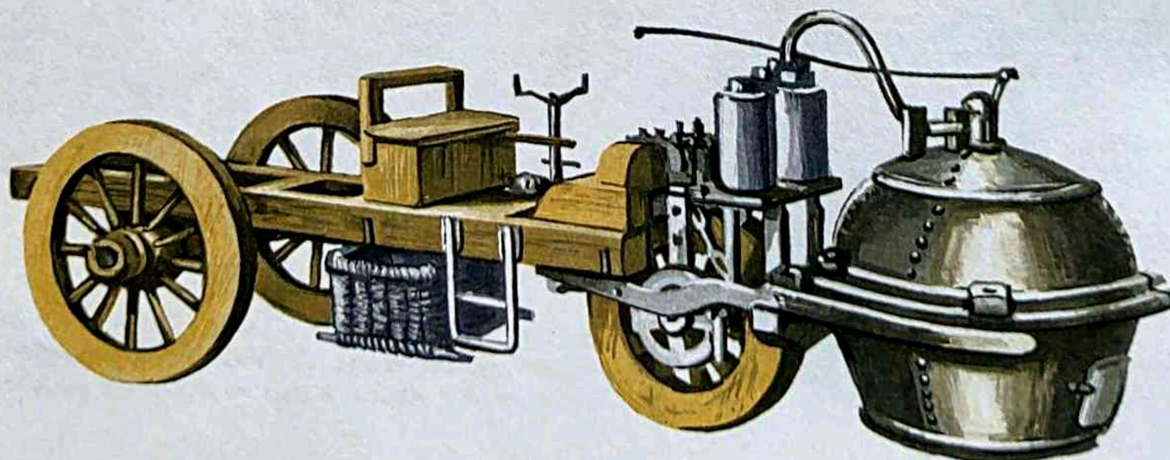
Treba napomenuti da parne lokomotive nemaju kondenzatora, jer nemaju čime hladiti golemu količinu pare koja izlazi iz cilindra. Stoga one ispuštaju paru kroz dimnjak u atmosferu. Njima to ništa ne smeta jer mogu uzimati vodu u svakoj većoj postaji. Parobrodi, međutim, moraju štedjeti slatku vodu, stoga hlade paru u kondenzatoru hladnom morskom vodom koje ima u izobilju. Na brodovima rashladna sisaljka tjera morsku vodu neprekidno kroz kondenzator i zatim je izbacuje kroz otvor u brodskom boku natrag u more. To je onaj mlaz što kao iz česme neprekidno istječe iz broda u more.

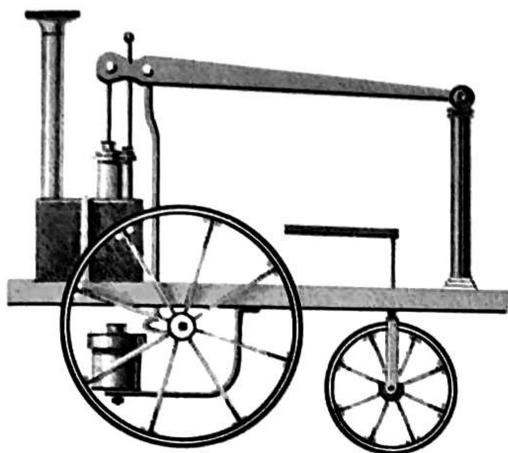
Kotao, parostroj i kondenzator sačinjavaju zatvoren krug: voda se u kotlu pretvara u paru, ona u parostroju vrši mehanički rad, u kondenzatoru se opet pretvara u vodu, a iz njega se topla voda tlači natrag u kotao.

PARNE KOČIJE

Hautschova kolica na mehanički pogon. Prva kola koja su se kretala sama, bez ćudljivih konja, nisu bila na paru nego na pero. Njemački urar *Hans Hautsch* (Hauč) iz Nürnberga (Nirnberga) dugo se bavio mišlju da u kola ugradi jaku

Druga Cugnotova parna kola iz 1769. kretala su se 12 minuta brzinom od 4 km na sat. Poslije toga trebalo je kotao puniti vodom





Model Murdockovih parnih kolica iz 1786.

oprugu koja bi tjerala kotače kao što okreće zupčanike u velikim satovima na crkvenim tornjevima. Napokon je izvršio svoju namisao i izradio jaku oprugu, ugradio je u kolica i spojio sa stražnjom osovinom. Kad je oprugu navio, kolica su krenula i prešla čitavo dvorište. Nešto kasnije izradio je druga veća i neobično ukrašena kola, pa se na njima 1649. provezao ulicama grada Nürnberga brzinom od jedan i pol kilometra na sat. Kola su se, doduše, zaustavljala svakih stotinu metara jer je trebalo navijati oprugu, ali su se ipak kretala sama.

Cugnotova parna kola. Francuski artiljerijski oficir *Nicolas Cugnot* (Nikolas Kinjo) sagradio je 1765. parna kola na tri kotača. Između stražnja dva imao se namjestiti top. Prednji okretljivi kotač mogao se upravljati jednom polugom. Ispred njega su na dvije poluge visili parni kotao i parostroj. Para je iz kotla odlazila kroz savijenu cijev u parostroj koji je imao dva brončana cilindra. Parostroj je okretao prednji kotač. Kola bi se kretala sve dok se ne bi potrošila voda u kotlu ili ugasila vatra.

Cugnotova su parna kola bila vrlo čvrsta. Kad ih je jednom pred ministrom vojske vozio po dvorištu kasarne, nije ih mogao dovoljno brzo okrenuti ni zaustaviti, pa su udarila u zid, srušila ga, prešla preko opeka i zaustavila se u susjednom dvorištu, a da sama nisu pretrpjela veće štete. Ta prva kola s pogonom na paru čuvaju se u pariškom Muzeju izuma.

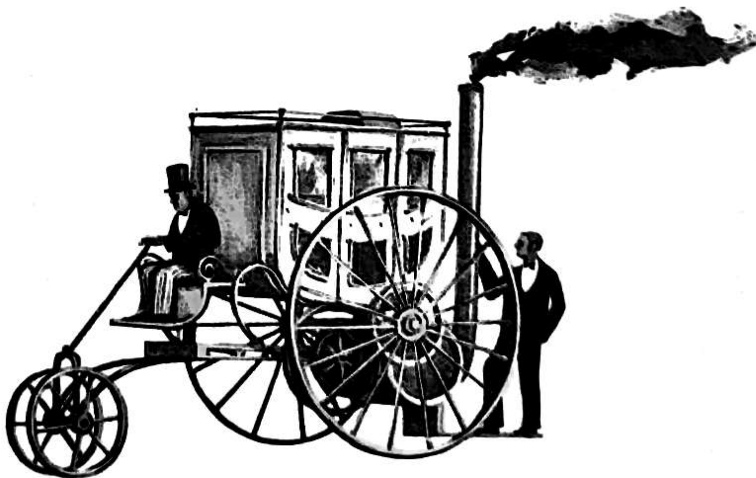
Murdockova parna kolica. U velikoj Wattovoj tvornici parnih sisaljki radio je vrlo sposoban inženjer *William Murdock* (Viljem Merdok). Bio je tjelesno vrlo jak i okretan. U njega je Watt imao najviše povjerenja. Tako ga je jednom, kad su se u Cornwallu (Kornuelu) morali napustiti rudnici jer je u rovove prodrla voda, poslao da popravi pokvarene sisaljke i umiri rudare koji su bili ogorčeni jer su ostali bez posla. Nezaposleni su radnici zahtijevali da se izbace parne sisaljke i postave stare, ručne koje su, doduše, bile slabije ali sigurnije.

Kad je Murdock došao pred rudnik, radnici su ga okružili i nisu mu dopustili ni da se približi sisaljkama. Murdock je tada posve mirno svukao kaput, zasukao rukave na košulji i uzviknuo: »Ovamo tko je najjači među vama!« Pred njega stupi gorostas Bob. Radnici su već unaprijed uživali kako će Bob zgnječiti stranca. Međutim, ubrzo su zanijemili od čuda. Silni Bob ležao je na zemlji, pritiješnjen kao kornjača. Murdock tada steče povjerenje radnika koji su po njegovim uputama u najkraće vrijeme popravili sve sisaljke i u idućih nekoliko dana iscrpli vodu iz rovova.

Na zahtjev rudara Murdock je rado ostao u Cornwallu. Ondje se zabavljao gradnjom savršenijih parnih kolica. Sagradio je malen model kolica s parostrojem i vrlo čvrstim kotlom, koji je mogao izdržati visok pritisak pare. Kad je 1786. dovršio izgradnju svojih malih parnih kolica, napunio je kotao vodom, upalio pod kotlom svjetiljku i čekao da se voda ugrije. Pokusna vožnja je uspjela. Kolica su uskoro krenula i neumorno kružila u sobi oko stola. Ohrabren uspjehom, Murdock je kolica odnio na cestu u Redruthu (Redrutu). Tu su mu pobjegla iz ruku velikom brzinom i jurila cestom na čudo prolaznika. Murdockov model parnih kolica pokazao je koliku prednost imaju kolica s čvršćim kotlom koji može izdržati veći pritisak pare.

Trevithickova parna kočija. Murdockova parna kolica vidio je *Richard Trevithick* (Ričard Trevitik) koji je bio inženjer u istom rudniku u Cornwallu. On je odmah shvatio prednosti povećanog pritiska pare u kotlu, pa je počeo graditi i sisaljke s višim tlakom. To je bilo osobito važno za parna kolica, jer je kotao visokog tlaka mogao biti manji i stoga lakši.

Trevithick je sagradio najprije malen model parnih kolica, a zatim je odlučio sagraditi pravu kočiju s pogonom na paru.



Trevithickova parna diližansa iz 1803.

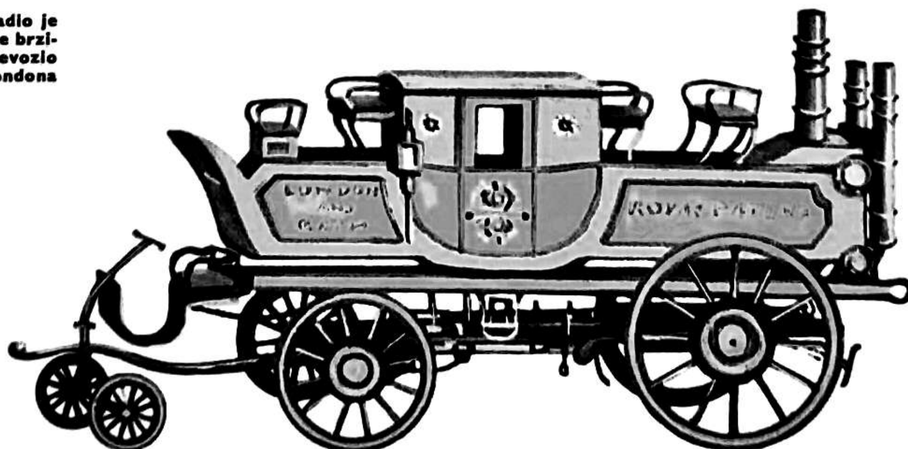
Počeo ju je graditi u običnoj potkivačnici jer u blizini nije bilo nikakve radionice. Kad ju je 1801. dovršio, provezao se na njoj ulicama Camborna (Kemborna) i pozivao građane da se s njim voze. Nakon manjeg kvara preuredio je neke poluge na parostroju, pozvao svoje prijatelje na prvu vožnju uzbrdo i naložio vatru u kotlu. Kad je porastao pritisak pare, sjelo je u kućicu osam putnika. Trevithick je otvorio parni ventil, i kočija je krenula uza strmo brdo. Putnici su bili odviše stisnuti u kućici, pa je jedan Trevithickov prijatelj iskočio, ali je kočija tako brzo vozila da je mladić više nije mogao dostići; uskoro je odmakla čitav kilometar uzbrdo. Mladić se toliko oduševio izumom da se s Trevithickom udružio. Zajednički su patentom zaštitili novi visokotlačni parostroj i njegovu upotrebu na kolima. Međutim, kad se činilo da je sve krenulo sretnim tokom, dogodila se nesreća. Buknuo je požar u staji gdje je bila parna kočija. Od nje je ostao samo pepeo i savijeno željezo. Trevithick ipak nije klonuo, nego je uskoro sagradio veliku *parnu diližansu* na tri kotača. Na njoj se odvezao u London, gdje je na ulicama diližansa bez konja izazvala veliko uzbuđenje. Sprijeda je imala jedan manji upravljivi kotač, a straga dva kotača visoka gotovo 2,5 m. Između njih je ležao parni kotao, a u njemu je bio cilindar parostroja. Parostroj je bio tako smješten da se cilindar bolje grije. Stapajica je u željeznoj vodoravnoj viljušci na glavnoj gredi klizila naprijed-natrag, a radilica je okretala polugu učvršćenu na osovinu malog zupčastog kola. To kolo vrtjelo je drugo veće, koje je opet zupcima tjeralo kotače, pa se tako pokretala cijela diližansa, Sprijeda, iza prednjeg kotača, sjedio je upravljač, a kućica s vratima i sa dvije klupe za 10 putnika visila je iznad parostroja. Diližansa je vozila brzinom od 16 km na sat.

Parni omnibusi. Trevithickov su uspjeh iskoristili drugi inženjeri i izumitelji pa su, po uzoru na njegovu diližansu, počeli graditi velike parne omnibuse na tri kotača, koji su uskoro postali dobra i sigurna vozila. God. 1836. uspostavljene su i redovite pruge. Jedan je parni omnibus prosječnom brzinom od 23 km na sat prevalio u službi 2800 km bez većeg popravka. Ali ni parni omnibusi nisu imali sreće. Da bismo shvatili njihov svršetak, moramo upoznati prilike kakve su tada bile u Engleskoj.

Diližanse, koje su vukli konji po lošim cestama, doista nisu bile udobna vozila. Da bi pridobili putnike, neka su prijevozna društva oko 1790. sagradila nova prijevozna sredstva: *vagone* što su ih vukli konji, najprije po drvenim, a kasnije po željeznim tračnicama. Takvi su vagoni bili udobni jer su vozili po glatkim prugama, a ne kao diližanse po grabama i po kamenju na neravnim putovima. Prevozili su putnike i uza znatno niže cijene jer su troškovi takva prijevoza bili manji. Kako jedan konj može vući po glatkom kolosijeku šest puta teži teret nego po neravnoj i hrapavoj cesti, prijevozna društva su mogla prodati dvije trećine konja. Zbog niske vozarine i udobnosti, vagoni su vrlo brzo preoteli putnike diližansama. Međutim, kad su se po Engleskoj proširili *parni omnibusi* koji su vozili i do 30 km na sat, ostali su vagoni s konjskom spregom bez putnika jer se u brzini nisu mogli takmičiti s parnim omnibusima. Vagonska društva ipak nisu odustala od borbe.

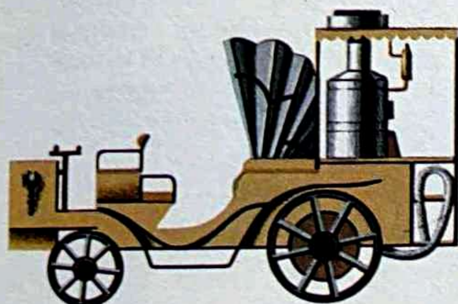
Godine 1831. dogodila se jednom parnom omnibusu u Londonu prva saobraćajna nesreća. Iako nije bila teška, ljudi su se ipak prestrašili. Nije prošlo dugo vremena, a na cesti ispred Glasgowa parni omnibus sa 18 putnika obori seljačka kola i pregazi jednog seljaka i konja. Vagonska društva odmah dignu uzbunu. Prikazivali su parne omnibuse kao smrtnu opasnost na cestama. Pitanje upotrebe parnih omnibusa došlo je i pred britanski parlamenat. Poslije mnogo prepirki, izglasan je 1836. zakon koji je propisivao da stotinu metara ispred svakoga parnog vozila mora jahati na konju čovjek s crvenom zastavom i upozoravati prolaznike na opasnost. Osim toga, zakon je branio parnim vozilima voziti brže od 4 km na sat. Zbog toga zakona prestali su se graditi parni omnibusi, a Engleska je za dugo vremena zaostala za drugim državama u gradnji svih vrsti vozila na mehanički pogon.

Gurney Goldsworthy izradio je 1829. parni omnibus koji je brzinom od 20 km na sat prevozio 18 putnika u okolici Londona

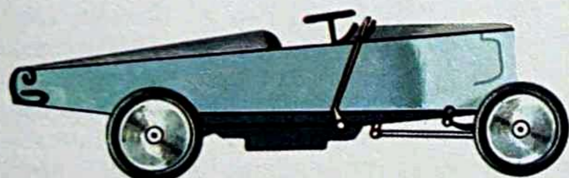


Griffithov parni omnibus iz 1830.

Parni automobili



Bolléova parna kočija »Mancelle« iz 1882.
Dolje: Serpolletov parni automobil (1902)



Poslije parne trokolice Nikole Cugnota, te parnih kola Williama Murdocka i Richarda Trevithicka, sagradio je *Goldsworthy Gurney* (Galsverti Garni) 1829. u Engleskoj parnu kočiju, koju su stanovnici Melkshama (Melkshema) napali i razbili. Unatoč otporu kočijaša, već je 1830. vozilo u Londonu i u okolici oko 25 velikih parnih omnibusa, koje je izradio *Charles Griffith* (Čarls Grifit).

Walter Hancock (Henkak) i *Gurney* uvode prvu stalnu prugu između Londona i Paddingtona (Pedingtona) parnim omnibusom koji vozi 14 putnika brzinom od 16 km na sat. *William Church* (Čerč) izradio je 1832. parni omnibus, koji je redovito vozio između Londona i Birminghama (Birmingema).

Prema drugom zakonu koji je u Engleskoj izglasan 1865. na poticaj kočijaša i vlasnika željezničkih pruga s konjskom spregom, parna vozila smjela su voziti na cestama brzinom od najviše 6,5 km na sat (4 milje), a najmanje 15 m ispred kola morao je ići čovjek s crvenom zastavom i zvoniti zvoncem. Posljedica je toga zakona bila da su sva vozila bez konja brzo nestala s britanskih cesta.

U Americi su u tom pogledu vladale drukčije prilike. *Oliver Evans* (Ivens) sagradio je 1803. cestovno parno vozilo i provezao se kroz Philadelphiu (Filadelfiju) uz odobravanje i klicanje 20 000 gledalaca. Evans se hvalio da će uskoro doručkovati u Baltimoreu, objedovati u Philadelphiji i večerati u New Yorku. Želja mu se nije ispunila. Parna kola bila su odviše teška za loše američke ceste. Međutim, u sto godina parostroj se toliko usavršio da su parni automobili oštro konkurirali benzinskima.

Najviše parnih automobila bilo je u to doba u Francuskoj. *Charles Dietz* (Šarl Djec) uveo je parnu omnibusnu prugu između Pariza i Versaillesa (Versaja), koja se održala mnogo godina. Na toj cesti vozila je velika lokomotiva na tri kotača koja je teglila dvije diližanse. Međutim, i francuski parni omnibusi bili su još odviše teški.

Bolléovi parni automobili. Parna vozila usavršio je *Amédée Bollée*. On je 1872. izgradio najprije golema parna kola, teška 5 tona, koja su postizavala brzinu od 40 km na sat. Nazvao ih je *L'Obéissante* (L'Obeisant = poslušna) jer su se dobro okretala zbog skretljivih kotača i vozila su bez kvarova, a to je tada bila još rijetkost. Bollée je zatim usavršavao i gradio sve lakša parna vozila. Njegova parna kočija *Mancelle* (Mansel) prevozila je četiri putnika.

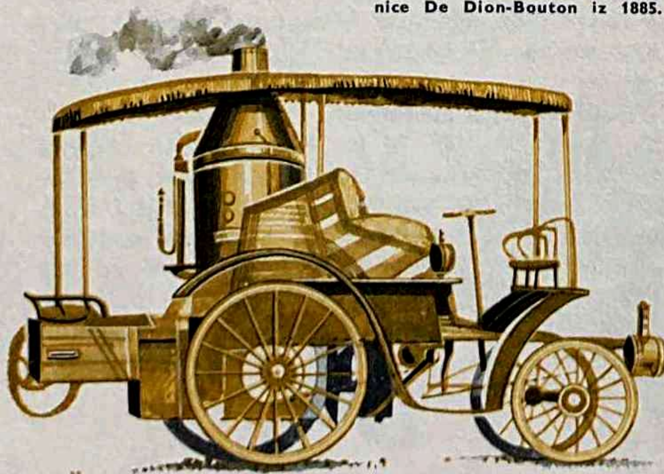
God. 1880. Bollée je sa šesterosjednim parnim omnibusom stigao iz Pariza u Berlin, gdje je dočekan velikim slavljem. Iduće godine novim parnim automobilom postigao je brzinu od 60 km na sat.

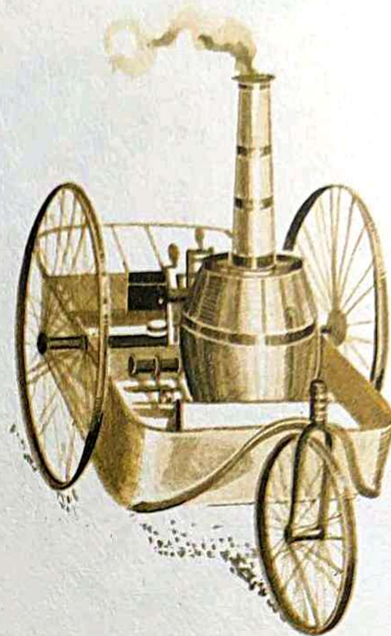
Rekord brzine. Bolléeov primjer slijedili su i drugi graditelji, a 1888, tj. godinu dana prije nego što je Daimler izložio u Parizu svoj automobil, francuski biciklist *Léon Serpollet* (Serpolé) sagradio je parnu trokolicu s kojom je za 10 dana prevalio put Pariz-Lyon i natrag. Serpollet je 1902. na obalnom šetalištu u Nici postavio svjetski rekord brzine za parna vozila, postigavši brzinu od 120,8 km na sat. Benzinski automobili dostigli su u to doba rekord brzine od 111 km na sat.

Peugeotovi parni automobili. U Parizu su u XVIII st. dva brata *Peugeot* (Pežo) imala veliku ljevaonicu, u kojoj su najviše izrađivali noževe, sablje te žice za ženske steznike i krinoline. Kad su braća umrla, tvornicu je 1865. naslijedio Armand, najstariji od njihovih nasljednika, i on je započeo izrađivati bicikle. Uskoro je tvornica zapošljavala 3000 radnika, a 1887. počela je izrađivati parne automobile. Prvi je parni automobil prodan 1890.

De Dion-Bouton. U Parizu je oko 1880. živio bogati grof *Albert de Dion*. Bilo mu je 25 godina, živio je besposleno i zabavljao se u društvu bogatih prijatelja. Od djetinjstva se bavio tehničkim igračkama. Kad je jednoga dana obilazio trgovine, našao je jedna mala parna kolica. Ispod kotlića napunjena vodom gorio je špirit, plamen je grijao vodu, stvarala se para, koja je pokretala stroj, a on je okretao kotače, i kolica su se kretala po podu. De Dion je bio očaran. Upitao je tko izrađuje te igračke i doznao da ih prave u drvenoj baraci dva vrijedna ali siromašna radnika *Bouton* (Buton) i *Trépardoux* (Trepardu). De Dion ih je odmah nagovorio da rade za njega, i tako se iz te skromne radionice uskoro razvila treća tvornica parnih automobila u Francuskoj pod imenom *De Dion-Bouton.*

Parni automobil pariške radionice De Dion-Bouton iz 1885.





Jednu parnu trokolicu izradio je 1891. Talijan Enrico Pecori

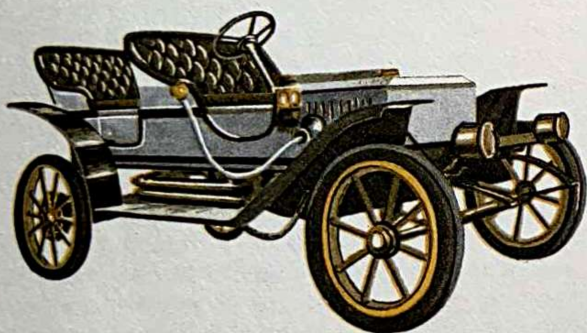
Stanleyevi automobili. Parni automobili dobro su se razvijali u svijetu i dugo nisu zaostajali za benzinskima. Čak je 20. I 1907. *Frank Marriott* (Frenk Meriot) jednim automobilom tvornice *Stanley* (Stenli) na plaži *Daytona Beacha* (Dejtona Biča) osvojio svjetski rekord postigavši brzinu od 196,652 km na sat. Taj su automobil izradila braća blizanci *Stanley* iz Bostona u SAD, koji su se već kao dječaci bavili rezbarijama, zatim su izrađivali violine, a u svojoj tridesetoj godini izumjeli suhe fotografske ploče. Svoj su izum prodali *Eastmanu* (Istmenu), vlasniku kasnije tvornice *Kodak*, i tako su se obogatili.

Oko 1896. nadareni su se blizanci zabavljali kolima bez konja što su ih izradili bostonski mehaničari po njihovim uputama. Gdje god su se tim kolima pojavili, pobjeđivali su i osvajali nagrade. Mještani su ih nagovorili da počnu izrađivati parne automobile za prodaju, i uskoro su dobili toliko narudžbi da su odlučili sagraditi tvornicu *lokomobila*; tako su stanovnici New Yorka zvali Stanleyeve parne automobile. Prvi je lokomobil izišao iz tvornice 1897.

Blizanci su znatno usavršili parna vozila, ali su ona njihovom krivnjom i potisnuta s tržišta. Da bi dokazali vrijednost lokomobila, sagradili su trkaći parni automobil s karoserijom kao indijanski kanoe, samo obrnut naopako. Njihov glavni mehaničar *Frank Marriott* odvezao je lokomobil na Daytona Beach. Marriott je podigao tlak pare u kotlu na tri puta veći pritisak od onoga što se upotrebljavao na lokomobilima. Otvorio je parni ventil i pojurio pješčanom plažom brzinom od 196,652 km na sat. Ali prijašnje noći na obali je bjesnjela oluja, i vjetar je u glatkom pijesku izdubao jarugu. Lokomobil je upao u nju, na drugom je uzdignutom kraju uzletio uvis, okrenuo se i pao razmrskan eksplozijom kotla; Marriotta su, teško ranjena, gledaoci izvukli iz krhotina lokomobila.

Nakon toga događaja vlasti su izdale tako stroge propise za parne kotlove na trkaćim automobilima da se više nitko nije usudio graditi ih. Parni automobili, dakle, nisu nestali iz tehničkih razloga, nego zbog pretjerano strogih zakonskih odredaba.

Stenleyevi se lokomobili izvana nisu razlikovali od benzinskih automobila, ali unutrašnjost im je bila posve drugačija. Sprijeda se ispod kape nalazio kotao, a ispod karoserije je vodila parna cijev u plosnat dvocilindarski parostroj, ugrađen ispod stražnjeg sjedišta. Parostroj je bio neposredno povezan sa stražnjom osovinom, stoga na lokomobilu nije bilo mjenjača brzina. Nije bilo ni spojke. Kad se lokomobil zaustavio, stroj se nije okretao, sve je mirovalo. Ako je trebalo krenuti polagano naprijed, dovoljno je bilo samo malo otvoriti parni ventil, i kotači su se počeli polagano okretati. Kad se ventil posve otvorio, kola su jurnula nečujno punom brzinom. Ako se htjelo krenuti natraške, trebalo je samo utisnuti pedal, stroj se prekrenuo, para je ulazila sa suprotne strane stapova, i vozilo je krenulo natrag. Benzinski



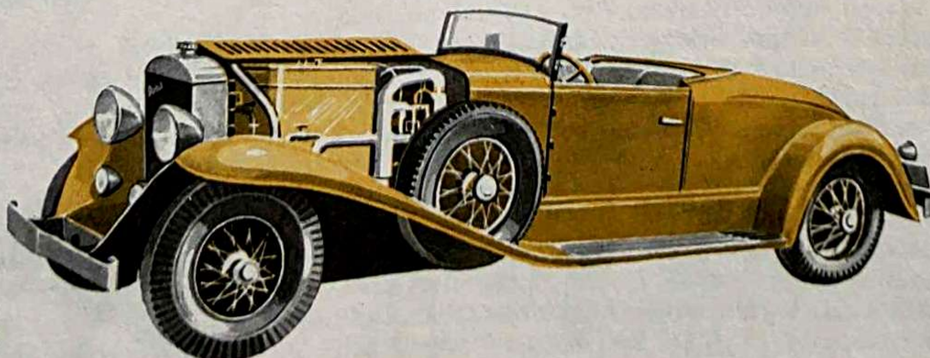
Parni automobil braće Stanley iz 1909.

automobili još ni danas ne voze tako elastično, a njihov motor se okreće u prazno kad vozilo stane i za najkraće vrijeme.

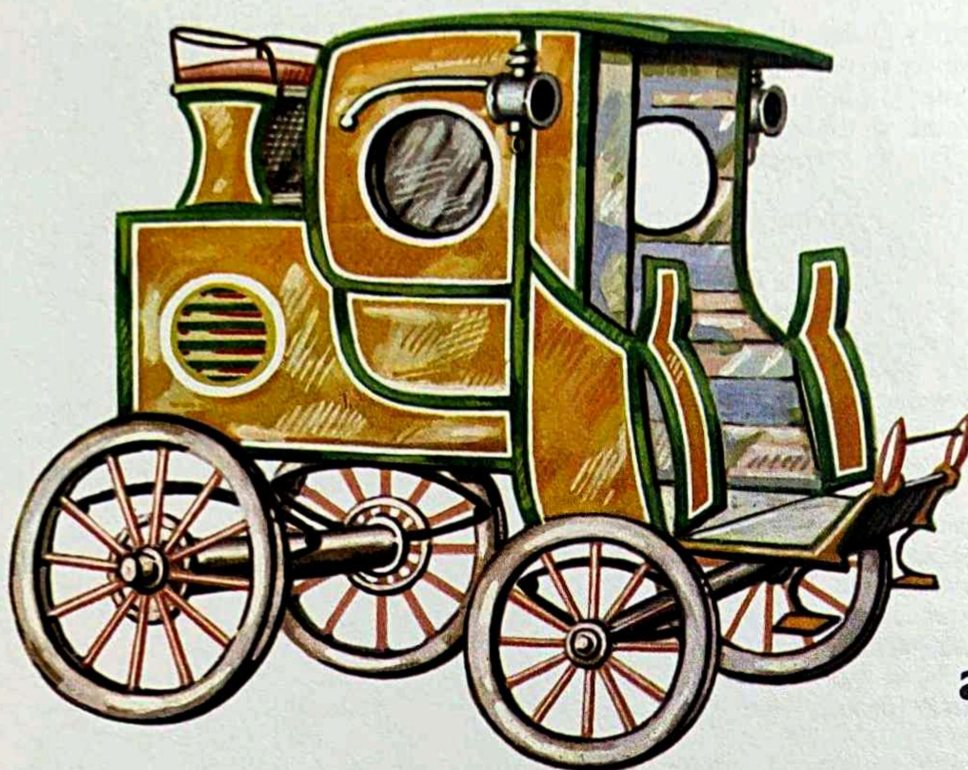
Ispod kotla u Stenleyevim lokomobilima nalazio se plamenik iz kojega je sukljao plamen zapaljena petroleja. Plamenik se u početku palio žigicom i zapaljenom kučinom, a kasnije električnim lukom na običan pritisak dugmeta. Plamenik je davao ograničenu količinu topline, stoga je na dugim uzbrdicama kotao ponekad ostao bez pare. Trebalo je lokomobil kraće vrijeme zaustaviti da u kotlu poraste tlak. Lokomobil je trošio oko 2 litre vode na 1 km prevaljenog puta, pa iako je u kotao moglo stati 300—900 l vode, vozilo se moralo češće zaustavljati da se kotao nadolije kroz obično gumeno crijevo. Kasnije su lokomobili imali kondenzator koji je bio izrađen kao današnji hladnjak, samo je bio mnogo veći. Upotrebljena para odlazila je u kondenzator, tu se hladila i pretvarala u vodu te odvodila u spremnik, gdje bi stajala dok se ponovno ne bi ubrizgala u kotao s pomoću sisaljke. Takvi su lokomobili mogli prevaliti i do 150 km puta bez nadolijevanja vode u rezervoar, a vozili su posve mirno i nečujno jer para više nije šištala iz stražnje strane vozila.

Budući da svakom parostroju treba podmazivati unutrašnjost cilindara, u paru se ubrizgavalo mazivo ulje. Na starim je lokomobilima bez kondenzatora to bilo dobro jer je ulje izlazilo iz stroja zajedno s parom i kapalo na cestu. Kasnije na lokomobilima s kondenzatorom, gdje je voda neprekidno kružila između kotla i kondenzatora, postajala je voda sve masnija, ulje se taložilo na zidove kotla i smanjivalo mu djelovanje. Mnogo je izumitelja nudilo uređaj za izdvajanje ulja iz pare, ali čudaci blizanci nisu nikad htjeli prihvatiti ničiji izum. Postepeno su sve manje pazili i na oblik lokomobila. S vremenom je braću naporan rad zamorio pa nisu nikad mogli izraditi više od 650 kola na godinu. Kad je jedan od braće poginuo u prometnoj nesreći, drugi je prestao dolaziti u tvornicu, koja je napokon zatvorena 1925.

Dobleovi parni automobili. Veoma daroviti tehničar *Abner Doble* (Ebner Debl) počeo je 1922. ondje gdje su prestali blizanci. On je poboljšao sve dijelove lokomobila, od plamenika do kondenzatora. Njegov kotao stvorio bi paru za manje od 1 min. nakon običnog pritiska na dugme. Doble je izradio 45 parnih automobila, što su ih svi kupci hvalili, ali 1939, kada su se već gomilali oblaci drugog svjetskog rata, potrošio je sav novac, zamorio se od borbe s automobilskim gorostasima iz Detroita i sustao.

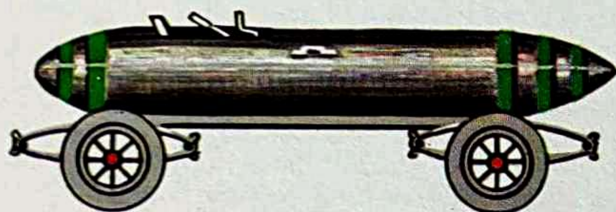


Posljednji parni automobil američkog tehničara Abnera Doblea, koji je izrađivao takve automobile sve do svjetskog rata 1939.



Porscheov elektromobil iz 1901, najotmjenije vozilo za lordove

Električni automobili



Jenatzyjev elektromobil »La Jamais Contente« iz 1899.

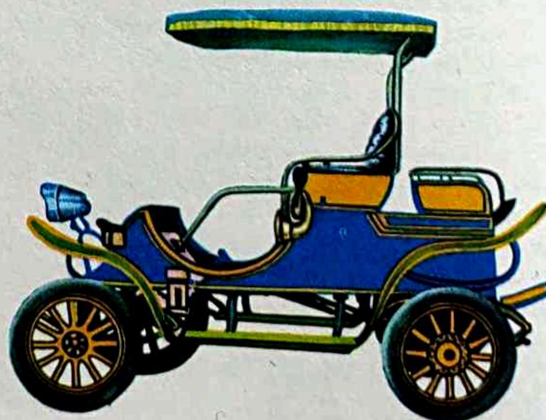
Pruski poručnik *Werner Siemens* (Simens), osuđen na dvije godine zatvora zbog toga što je sudjelovao kao svjedok u nekom dvoboju, bavio se u tvrđavskom zatvoru elektricitetom i galvanskim je načinom pozlaćivao srebrne žlice. God. 1856. izumio je kotvu u obliku dvostrukog slova T, a 1866. izradio je na principu indukcije dinamo-stroj. Uskoro se javilo mnogo izumitelja koji su željeli pokretati kola novom snagom: elektricitetom. Prvo upotrebljivo električno vozilo izradio je 1882. Englez *Ayrton* (Erton), a 1881. vozili su se Francuzi *Raffard* (Rafar) i *Trouré* (Truré) ulicama Pariza na svojim električnim trokolicama. Međutim, sva su ta vozila ubrzo zaboravljena jer nisu bila dobra.

Najveći uspjeh u gradnji elektromobila (električnih automobila) postigao je Nijemac Ferdinand Porsche (Porše). On je 1901. konstruirao elektromotor od 12 KS, koji se mogao smjestiti u glavinu kotača. Porscheovi elektromobili, koje je izrađivao graditelj kočija *Jakob Lohner* (Loner) u Beču, doživjeli su najveći uspjeh u Londonu jer su vozili nečujno, mirno i gipko, kao mačke, a zaustavljali se otmjeno i tačno. Bila su to prava kola za lordove obuzete otmjenošću i dosadom.

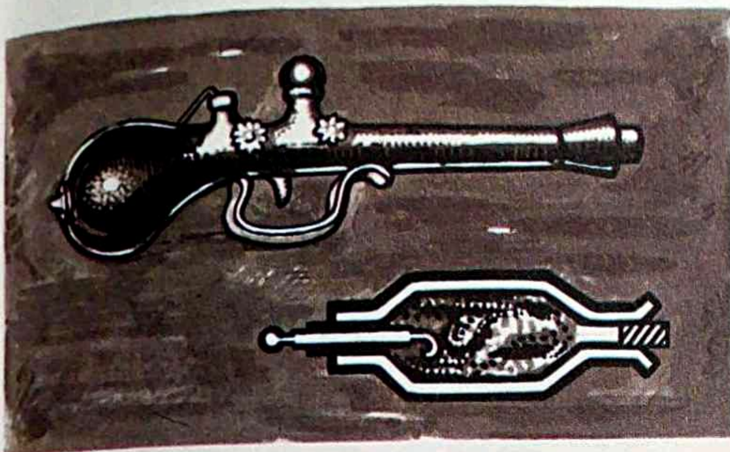
Najveći nedostatak elektromobila bio je električni akumulator koji je tada težio oko 150 kg, morao se puniti čitav dan, a nakon punjenja mogao je prevaliti najviše 60 do 80 km puta. Stoga su elektromobili dosegli najviši stupanj razvitka tek potkraj XIX st. kada su se usavršili akumulatori, a to je bilo onda kad su se već proširila benzinska vozila koja su ih istisnula iz prometa.

Francuz *Chasseloup-Laubat* (Šaslu-Loba) postavio je 1898. elektromobilom *Jeantaud* (Žanto) svjetski rekord brzine od 63,15 km na sat, a 1899. Belgijanac *Camille Jenatzy* (Kamij Ženaci) elektromobilom *La Jamais Contente* (La Žame Kontant = nikad zadovoljna) postigao je rekord od 105,88 km na sat. Takvu brzinu tada još nije mogao dostići nijedan benzinski automobil.

Američki Popeov elektromobil iz 1907.



Benzinski automobili

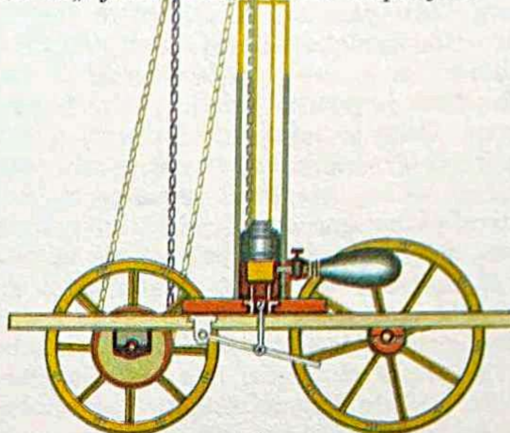


Voltin plinski mužar iz 1777. Plin je, zapaljen iskrom, eksplodirao i izbacio čep. Od mužara se razvila igračka Voltin pištolj

Voltin pištolj. Talijanski fizičar *Alessandro Volta,* doznavši da je zemni plin, koji izvire iz jednog bunara, upaljiv, vršio je njime pokuse i 1777. ustanovio da plin pomiješan zrakom eksplodira ako se upali iskrom. Uskoro poslije toga otkrića pojavio se u prodavaonicama igračaka Voltin pištolj, koji je bio izrađen prema Voltinu otkriću. Pištolj napunjen vodikom palio se električnom iskrom i uz jak prasak izbacivao čep od pluta. Ta igračka je zapravo prva sprava s unutrašnjim izgaranjem, tj. sprava gdje plin izgara u unutrašnjosti zatvorena prostora.

Švicarac *Issac de Rivaz* patentirao je 1807. kolica tjerana vodikom, koji se palio iskrom kao u Voltinu pištolju. Pronađen je i nacrt tih kolica, ali se ne zna da li su ona bila izrađena.

Prva motorna vozila. Englez *William Cecil* (Viljem Sesil) izradio je 1820. motor na vodik, koji je dobro radio. Njegov zemljak *Samuel Brown* (Semjuel Braun), potaknut Cecilovim uspjehom, izradio je nekoliko plinskih motora kojima je cilindre hladio vodom. Jedan takav motor ugradio je u kolica, koja su dobro vozila. Mehaničari *Erskine Hazard* (Erskin Hezerd) i *William Morey* (Mori) izradili su u Americi 1824. prvi benzinski motor koji je imao i neku vrst rasplinjača.



Nacrt Rivazovih kolica iz 1807. Vodik istisnut iz mješine u cilindar palio se električnom iskrom. Eksplozija plina potisnula je stap, a on je povukao lanac koji je potjerao čitava kolica naprijed



Prvi benzinski automobil na svijetu izradio je 1876. bečki mehaničar Sigfried Marcus običnim ručnim alatom. Za nj se doznalo 1898.

Plinski motori. Između 1838. i 1860. javljalo se mnogo izumitelja različnih motora u Americi i u Evropi i izdano je oko 60 patentnih isprava. Najveći je uspjeh dostigao Belgijanac *Jean Lenoir* (Žan Lenoar), nastanjen u Parizu. On je patentirao motor koji je gibanjem klipa sam usisavao plin i zrak. Dotad se zrak miješao s plinom izvan cilindra i tlačio u nj posebnom pumpom, a to je bilo spojeno s opasnosti da nastane eksplozija. Lenoir je u pariškoj tvornici *Gautier* (Gotje) izrađivao motore od 0,5 do 3 KS.

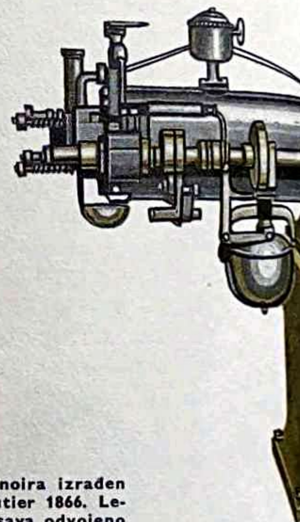
Ottov četverotaktni motor. Nikolaus Otto rođen u Holzhausenu (Holchauzenu) u Njemačkoj 1832, bio je trgovac živežnim namirnicama. God. 1858. počeo se baviti tehničkim izumima. On je pokušavao usavršiti Lenoirov motor i uskoro zatražio patent za pogon motora špiritom, ali je odbijen jer to gorivo nije bila nikakva novost, što samouk Otto nije znao. Prvi ga neuspjeh nije obeshrabrio, već je on i dalje danju prodavao hranu, a noću iskušavao nove motore. Jedne noći u ljetu 1861. okrenuo je zamašnjak Lenoirova motora rukom toliko unatrag da se goriva smjesa zraka i plina dobro stlačila, i tada je smjesu upalio. Klip je pojurio mnogo većom brzinom i snagom. Otto je taj pokus ponovio nekoliko puta; nije bilo sumnje, kad se smjesa prije paljenja zbije, isti motor ima veću snagu, pa za jednak rad troši manje goriva. Razmišljajući kako bi se smjesa mogla zbijati, dosjetio se da bi trebalo izraditi motor s više cilindara, tako da se u jednome smjesa zbija, dok se u drugome zapaljena smjesa rasteže. Dao se na posao i izradio je prvi četverotaktni motor, i to sa četiri cilindra.



Nikolaus Otto, izumitelj četverotaktnog motora

Time je Otto izumio krupnu novost. Danas ima oko pola milijuna različnih patentiranih izuma za motore s unutrašnjim izgaranjem, ali nijedan još nije istisnuo njegov izum: rad motora u četiri takta.

Otto je dovršio model svoga novog motora i stavio ga u pogon. Motor je dobro proradio, ali ne zadugo. Nakon nekoliko okretaja rasprsnuo se u stotinu komada. Motor je doista radio jačom snagom kad se goriva smjesa zbila prije paljenja, ali se Otto nije mogao dosjetiti kako bi izradio cilindre koji se pri jačem tlaku ne bi rasprsnuli. Mislio je da nema kovine koja bi mogla izdržati eksploziju. Kako je već odavna napustio trgovinu i potrošio sav novac od majčine ostavštine, iz očaja je napustio četverotaktni motor i vratio se na 200 godina staru zamisao: posvetio se usavršavanju atmosferskih motora koji su radili na sličnom principu kao prvi atmosferski parni strojevi (v.).



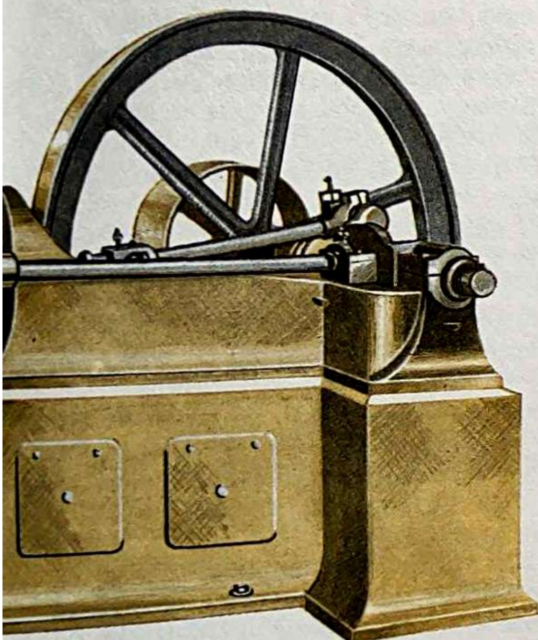
Desno: stabilni plinski motor Jeana Lenoira izrađen u pariškoj tvornici plinskih motora Gautier 1866. Lenoir je svojim izumom, da klip sam usisava odvojeno plin i zrak te da ih miješa tek u cilindru, znatno smanjio opasnost od vanjske eksplozije za vrijeme pogona

Atmosferski plinski motor proradio je 1863. kad je Otto bio već do grla u dugovima. Stoga se udružio s inženjerom *Eugenom Langenom* i utemeljio društvo *N. A. Otto & Co.* Ali za dvije godine potrošen je i novi kapital. Ipak obojica rade i dalje te 1867. izlažu u Parizu na svjetskoj izložbi motor koji troši 50% manje plina nego Lenoirovi motori. Na izložbi se dogodilo čudo: Ottov motor izrađen po principu starom dva stoljeća dobio je zlatnu medalju. Nakon toga uspjeha stižu Ottu narudžbe, dobiva iz Engleske novi kapital, pa motore ne izrađuje više obrtimice nego tvornički. God. 1869. prodaje 110 motora, a 1870. već 200 komada. God. 1872. pristupaju društvu novi članovi, i tvornica se proširuje pa dobiva ime *Gasmotorenfabrik Deutz* (Dojc); Otto je u njoj jedan od direktora. Proizvodnja neprekidno raste, ali u tvornici se osjeća da nema izučena tehničara. Upravi mnogi preporučuju da uzme mladog inženjera Daimlera.

Gottlieb Daimler (Gotlib Dajmler), sin pekara iz Schorndorfa (Šorndorfa) u Njemačkoj, bio je četiri godine učenik u radionici limenih kutija, a zatim je svršio obrtničku školu u Stuttgartu izvrsnim uspjehom. Dobio je stipendiju i svršio visoku tehničku školu. Poslije toga radio je u različnim tvornicama, a 1865. preuzeo je i reorganizirao radionicu jednoga omladinskog popravnog doma. Tu je upoznao devetnaestgodišnjeg *Wilhelma Maybacha* (Majbaha), i taj je susret bio od goleme važnosti za razvoj automobilske industrije u Njemačkoj.

Daimler je preuzeo službu tehničkog direktora u tvornici Deutz, a Maybacha je postavio za konstruktora. Poslije dvije godine tvornica je proizvodila 1000 motora godišnje. Međutim je 1873. u Njemačkoj izbila privredna kriza; Deutza je zatekla s više stotina neprodanih motora u skladištu. U upravi su izbili sukobi, osobito između Otta i Daimlera. Posvađani direktori i Maybach svaki za sebe konstruiraju motore kako bi njima prebrodili krizu.

Otto se vraća svome četverotaktnom motoru i proučava kako bi usporio eksploziju da mu se opet ne rasprsnu cilindri kao prije 15 godina. Motreći dim što suklja iz tvorničkog dimnjaka, uz dimnjak gust i tmast a u visinama sve rjeđi, pomislio je da bi i smjesa izgarala mnogo sporije kad bi u vrhu cilindra bila gušća, a uz dno sve rjeđa. Izradio je motor s novim ventilima, koji je uskoro dan i noć neprekidno i pravilno dahtao, za razliku od Deutzovih atmosferskih motora koji

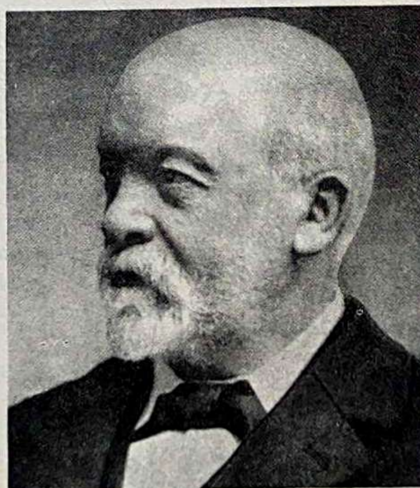


su strahovito praskali. Otto je 1876. i patentirao usporeno izgaranje u cilindrima. Tim je patentom bila zaštićena posve pogrešna zamisao. Gorivo je u cilindrima eksplodiralo jednako naglo kao i prije 15 godina, jer se pri usisavanju stvaraju u cilindru vrtlozi koji brzo izmiješaju plin, samo je Otto slučajno pogodio trenutak kada treba upaliti gorivu smjesu plina i zraka da motor radi mekše.

Četverotaktni motor je radio dobro, a Ottov izum je utjecao na razvoj motora kao nijedan izum dotada. Daimler se odmah pomirio s Ottom i zdušno se prihvatio usavršavanja novog motora.

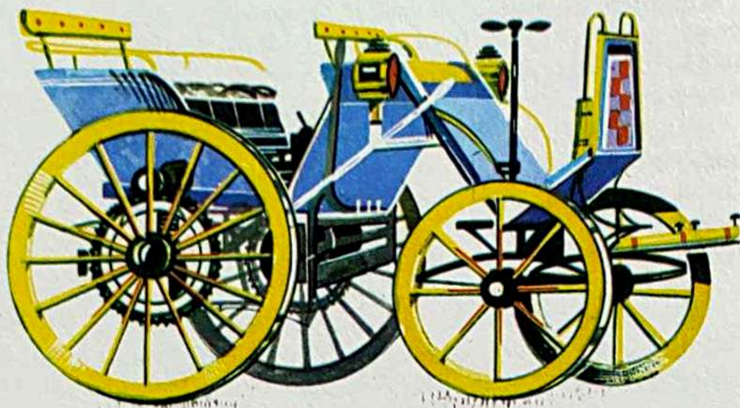
Patent, zasnovan na pogrešnoj zamisli, nije se mogao dugo održati. Na sudskoj raspravi koju su pokrenuli konkurenti 1886. poništena je zakonska zaštita izuma. Otto je bio vrijeđan i ponižavan i umro je ogorčen 1891.

Marcusov automobil. U Beču se 1862. počeo baviti izumima nepoznati mehaničar *Siegfried Marcus* (Zigfrid Markus), koji je u svojoj radionici dotad popravljao tekstilne strojeve. Njegova je davna želja bila da izradi kola bez konja. Sam je izrađivao benzinski motor, a najviše se bavio uređajem za paljenje. Poslije tri godine ugradio je svoj motor u ručna kolica, koja su 1865. prvi put krenula na pokusnu vožnju. Poslije deset godina, dakle 10 godina prije Daimlera, sagradio je običnim ručnim alatom prvi automobil na 4 kotača, a iste godine patentirao je i uređaj za električno paljenje gorive smjese u plinskim i benzinskim motorima. Iako je Marcusov motor na benzin već radio kad su tvornice još gradile motore na vodik i rasvjetni plin, za njegov se automobil nije znalo sve dok ga 1898. nije pokazao na izložbi u Beču. Ali tada je bilo prekasno jer su automobili njemačkih i francuskih graditelja već bili mnogo savršeniji. Tri mjeseca poslije izložbe Marcus je umro. Njegov automobil, prvi u svijetu, čuva se u tehničkom muzeju u Beču.



Gottlieb Daimler, jedan od prvih graditelja motornih vozila; izumitelj brzo okretljivih motora i cjevčica za paljenje

Daimlerov automobil. Budući da se Daimler i Maybach nisu slagali s upravom, napustili su tvornicu Deutz i odlučili da sami izrade jeftin i lak motor koji bi čovjek mogao ponijeti na ramenu. Oni su znali da malen i lak motor može imati veliku snagu ako mu se poveća brzina okretanja. To povećanje snage temelji se na načelu da je rad ravan sili pomnoženoj s prevaljenim



Prva Daimlerova motorna kočija iz 1886.

putem. Sila se očituje jačinom tlaka na klip, pa se rad motora može povećati tako da se poveća prevaljeni put klipa, tj. da se povisi broj okretaja motora u minuti.

Deutz-Ottov motor od 785 kg po jednoj KS okretao se brzinom od 180 okretaja u min. Većom brzinom se nije mogao tjerati jer tada još nije dobro djelovalo paljenje. U to doba goriva smjesa petroleja i zraka palila se tako da se u pogodnom trenutku otvarao na cilindru jedan *zasun*, a kroza nj je suknuo otvoreni plamen koji je stalno gorio pokraj cilindra. Daimler je na novom motoru upotrijebio drugi način paljenja: kroz stijenu cilindra utisnuo je jednu cjevčicu kojoj je vanjski kraj bio začepljen. Ta se tzv. *paljbena cjevčica* na vanjskom kraju grijala plamenom koji je neprekidno gorio, a goriva smjesa se palila kad su pare prodrle u unutrašnjost cjevčice.

Svoj laki jednocilindarski motor gradili su Daimler i Maybach u priprostoj radionici u vrtu Daimlerove kuće, a 1884. odlio im je ljevač zvona *Wilhelm Kurtz* (Kurc) remek-djelo: prvi motor na kojemu je glava cilindra već imala uzdužna rebra za zračno hlađenje. Tako je izrađen prvi laki brzookretljivi motor koji je težio oko 90 kg, a snaga mu se kretala oko 1,5 KS; radio je izvrsno sa 900 okretaja u min. Tim motorom na petrolej počinje prava povijest automobila.

Pošto je uspješno završio svoj laki motor, Daimler je odlučio sagraditi lako jeftino vozilo koje bi mogli kupovati i srednje imućni ljudi. Kako je u to doba narodno vozilo bio bicikl, odlučio je na nj staviti motor. Tako je zajedno s Maybachom izradio 1886. motocikl. Te je godine Daimler želio svoju ženu iznenaditi na rođendan neobičnim darom. U Stuttgartu je naručio lijepu kočiju i u nju je ugradio svoj jednocilindarski motor. Taj njegov prvi automobil dostizavao je brzinu od 12 km na sat. Daimler je bio s njim zadovoljan i odlučio je i dalje graditi motorne kočije.

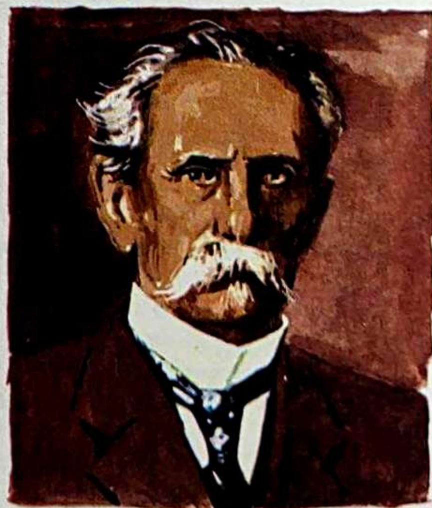
Građani Stuttgarta s ogorčenjem su gledali kako Daimler svojom kočijom uzvitlava prašinu i plaši konje. Govorilo se i o opasnosti od eksplozije. Kako su prolaznici počeli bacati i kamenje na nj, morao je iskušavati svoj automobil samo u ranu zoru. Možda su i te prijetnje bile jedan od razloga da je uskoro ugradio motor u čamac. Pokusne vožnje na rijeci Neckar (Nekar) potpuno su uspjele. Nakon jedne veslačke trke na kojoj je Daimler prikazao svoj motorni čamac počele su pristizati narudžbe za takve čamce, ali za kupnju motorne kočije nitko se nije zanimao. Daimler je izlagao svoju motornu kočiju na svim izložbama i gradio je male motorne željeznice za obilazak paviljona. U Beču je u Prateru za četiri mjeseca mala motorna željeznica prevalila 25 000 km bez kvara, pa ipak se kupci nisu javljali. Daimler je tvornicu jedva uzdržavao prodajom motornih čamaca.

God. 1889. imala se u Parizu održati svjetska izložba za koju je Maybach konstruirao čelični automobil i novi benzinski motor sa 2 cilindra, smještena u obliku slova V. Bio je to prvi benzinski motor takva oblika na svijetu.

Jedan Daimlerov automobil kupio je na izložbi u Parizu *Emile Levassor*, suvlasnik velike tvornice *Panhard et Levassor* koja je izrađivala strojeve za obradu drva. Levassor se otad vozio kroz bulevare samo automobilom, sam ga popravljao i poboljšavao. Otkupio je licenciju kako bi u svojoj tvornici mogao graditi automobile, i doista god. 1889. Levassor i *René Panhard* (Panar) već su gradili automobile po svom nacrtu. Levassor je 1891. prodavao kola svojim sportskim prijateljima, dok Daimler u Njemačkoj nije mogao prodati nijedna. Ali poslije godinu dana morao je i Levassor obustaviti izradbu automobila Panhard jer ni Pariz, tadašnje kulturno središte Evrope, nije još prihvatio automobile.

Poslije svjetske izložbe Daimler je uskoro potrošio sav novac. Da bi mogao nastaviti rad, morao se udružiti s kapitalistima i 1890. osnovati *Daimler-Motoren-Gesellschaft* (Gezelšaft =

Carl Benz, jedan od prvih graditelja automobila; usavršio je i brzookretajne motore





Prvi Benzov automobil iz 1886.

društvo), koje mu je toliko ogorčilo život da je s Maybachom, koji je napustio tvornicu, u vrtnoj restauraciji hotela u Cannstattu (Kanštatu), gdje je uredio radionicu, samostalno usavršavao automobil. Maybach je tu izumio moderni rasplinjač i hladnjak za vodu u obliku pčelinjeg saća. Oba izuma, uz kasnija usavršenja, ostala su na automobilima do danas.

Sukob se u tvornici kasnije toliko zaoštrio da je uskoro i Daimler morao napustiti tvornicu koju je podigao s mnogo truda i pregaranja. Ali tada mu je pomoć došla iz Velike Britanije. *Henry Lawson* (Louzn) i *Frederick Simms* (Sims) ponudili su tvornici Daimler 350 000 maraka za otkup svih Daimlerovih patenata pod uvjetom da društvom opet upravlja Daimler. Društvo je odmah pozvalo Daimlera i Maybacha natrag u tvornicu koja je od tog trenutka brzo napredovala, ali Daimler nije doživio najveći uspon. Neprekidne borbe i razočaranja potkopali su mu zdravlje. Umro je 1900.

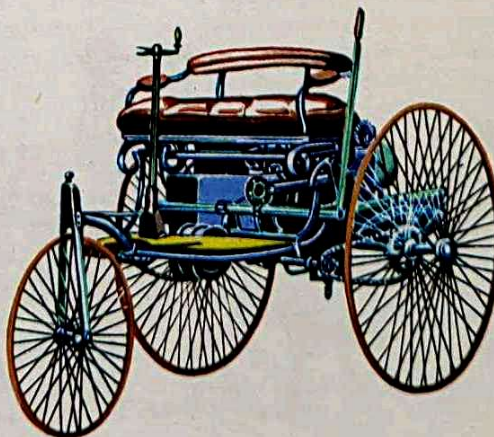
Benzov automobil. *Carl Benz* (Karl Benc) rodio se 1844. Kao trinaestogodišnji dječak vidio je u fizičkom kabinetu gimnazije model parnih kolica koji je bio izrađen po nacrtu što ga je prije dva stoljeća izradio *Ferdinand Verbiest*. Model mu je zaokupio sve misli i oduševio ga za tehniku. Majka, udovica strojovođe, žrtvovala je svoju godišnju mirovinu da bi ga uzdržavala na visokoj tehničkoj školi. Poslije svršene škole zaposlio se kraće vrijeme kao bravar, a kasnije kao tehnički crtač. God. 1872. otvorio je svoju radionicu. Izradio je stroj za savijanje limova i izrađivao je krovne žljebove s okovima. Kad se u doba trgovačke krize smanjila potražnja žljebova, izradio je telefon i tijesak za prešanje duhana u bale. Iako su obje sprave izvrsno radile, nije ih mogao prodati. Zbog smanjena posla imao je vremena da se ponovno posveti proučavanju udžbenika o motorima. Poslije mnogo naporna rada izradio je motor novog tipa: *benzinski dvotaktni motor*.

Prije Benza jedan je dvotaktni motor izradila tvornica Deutz, ali je ispitivanje i usavršavanje obustavila jer je motor trošio mnogo goriva. U Engleskoj je graditelj motora *Douglas Clerc* (Daglas Klerk) izradio dvotaktni motor gotovo u isto vrijeme kada i Benz, ali ni taj motor nije bio dobar.

Benz je gradnjom motora potrošio sav novac. Živio je od skromne zarade koju mu je plaćao jedan fotograf za poliranje čeličnih ploča. Dok su se drugi zabavljali, Benz je na Staru godinu 1879. sa ženom Bertom u dvorišnoj šupi iskušavao svoj dvotaktni motor; napokon je motor proradio i jednolično se okretao čitav sat. Benz se usavršavanjem motora bavio dugo vremena i potrošio je sav novac, pa se poslije mnogo preživjelih teškoća našao na ulici sa ženom i četvero djece. Pomoć su mu pružila dva trgovca. Oni su s Benzom osnovali novo društvo *Benz & Comp.* Poslije mnogo godina Benz je napokon mogao raditi bez teških briga. Već za nekoliko nedjelja dovršio je 4 motora različite snage, a potkraj 1884. izrađivao je 10 motora mjesečno. Neumorno je izmišljao, gradio i dotjerivao nove motore. Tada mu se vratila stara zamisao: izgradnja automobila.

Već 1886. dovršen je u tvornici Benzov automobil na tri kotača, mjesec dana prije nego što je izišao na ulicu Daimlerov motocikl. Budući da je tada baš bio poništen Ottov patent, Benz je za svoju motornu trokolicu izradio četverotaktni benzinski motor od 2/3 KS, težak 96 kg, koji je radio sa 250 okretaja u min. Njegov je motor bio 6 kg teži od Daimlerova motora. Benzov benzinski motor je imao električno paljenje, a Daimlerov petrolejski motor paljbenu cjevčicu. Ti su automobili bili prva upotrebljiva i dobra vozila na motorni pogon. Benz je napustio dvotaktni motor jer se četverotaktni motor mogao lakše izraditi. Dvotaktni motori usavršili su se tek oko 1925.

Treći Benzov automobil iz 1888.



Prvi automobilski izlet. Kako je prva motorna trokolica imala mnogo nedostataka, Benz je izradio drugu, pa uskoro i treću, koja je naličila na kočiju sa tri kotača. Njome je odlazio na kratke pokusne vožnje, ali mu je i treća kočija zadavala briga. Zato je izgubio volju za motornu kočiju i spremio ju je u šupu, pa se posvetio opet samo stabilnim motorima.

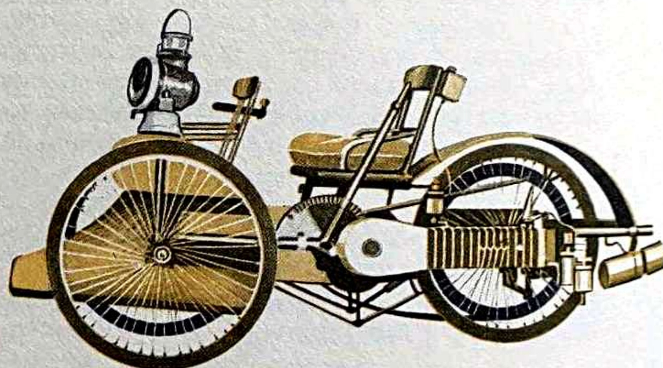
Benzovi sinovi, Eugen kome je bilo 15 godina i Richard od 13 godina, poznavali su očev automobil jer su se često njime vozili. Za školskih praznika jednoga dana nagovorili su majku da se s njima odveze u posjet baki. Krenuli su iz Mannheima u zoru, dok je još otac spavao, u Pforzheim (Pforchajm), 120 km daleko!

Prvi je dio puta bio ravan, i u Heidelberg (Hajdelberg) su stigli sretno za jedan sat. Ali odatle se cesta penjala, a uspon je bio prestrm za motorčić od 2/3 KS. Poslije naporna guranja popeli su se na vrh brijega, ali na nizbrdici su se javile nove teškoće. Kočnice škripe i dime se. Tanki kožni ovoj na bubnjevima pretvorio se u pougljenu kašu. Srećom, postolar je u selu mogao sašiti nov ovoj. U idućem su mjestu opazili da će ostati bez benzina; u ljekarni su dobili samo 3 litre. Mnogo briga zadavala im je rashladna voda. Svakih 20 km morali su nadolijevati vodu u hladnjak iz lokava pokraj puta. Na posljednjem usponu pukao je željezni lanac; čeličnih lanaca još nije bilo. Skinuli su ga i odnijeli kovaču koji ga je popravio. Navrh brijega, kad se začepio dovod benzina, pročistili su ga iglom s majčina šešira, a njezina podvezica dobro im je došla za izoliranje pregorjela kabela. Mrak ih je zatekao na posljednjem brijegu. Odmorili su se i zatim spustili po mrkloj noći bez svjetiljki nizbrdo sve do pošte odakle su poslali ocu hitnu brzojavku. Tako se sretno svršio prvi automobilski izlet.

Potaknut tim izletom Benz se ponovno posvetio motornim vozilima, te je 1888. na izložbi u Münchenu dobio za svoj četvrti automobil s motorom od 3 KS zlatnu medalju. Međutim, nije se javio nijedan kupac.

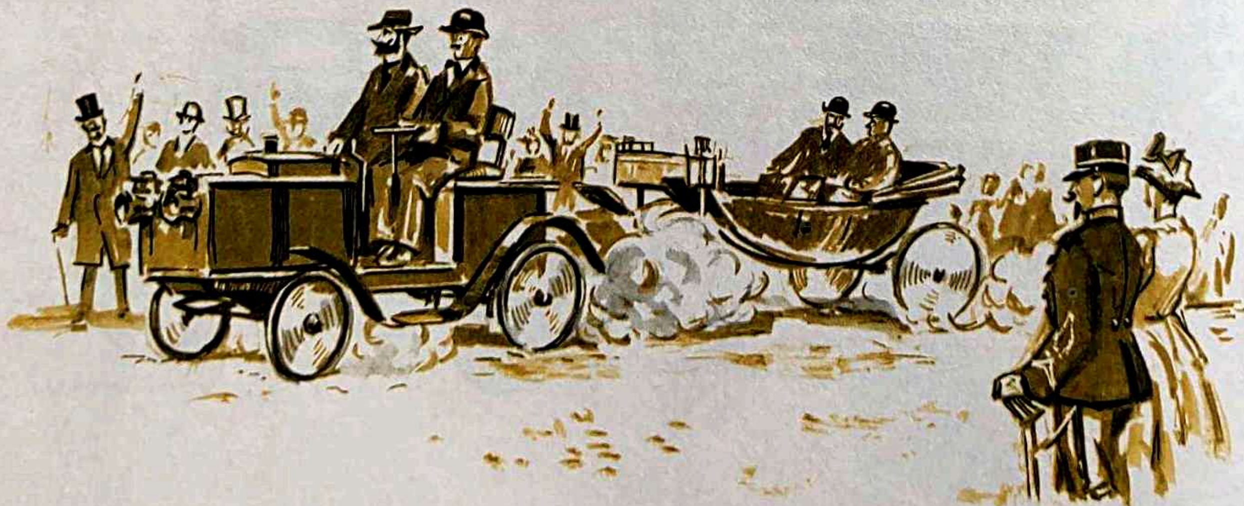
Benz je smatrao najvećim nedostatkom svoga automobila što je imao samo tri kotača, pa se lako mogao prevrnuti na zavojima loše ceste. Kočije su, doduše, tada već imale gibljivu prednju osovinu, ali takva osovina nije bila pogodna za motorna vozila. Benz je čitajući opis parnih kola što ih je sagradio *Amédée Bollée* 1873. otkrio da su ta kola imala gibljive kotače na čvrstoj osovini. Odmah je počeo proučavati takav način skretanja kotača te je 1894, nakon dugih pokusa i preinaka, izradio prvi svoj automobil na 4 kotača i dao mu ime *Viktoria* (lat. victoria = pobjeda).

Benz je zatim izradio jeftin narodni automobil *Velo* s motorom od 1,5 KS. Bio je to prvi automobil serijske proizvodnje u svijetu. Tvornica se izvrsno razvijala i gradila 4 tipa automobila *Velo*, *Viktoriu*, *Vis-à-vis*, i *Omnibus* (autobus za osam putnika). Međutim 1899. Daimlerovi su nasljednici izradili mnogo bolji automobil koji je u Nici u Francuskoj na trkama osvojio pobjedu. Prodaja Benzovih automobila stoga je pala na polovicu, nastalo je trvenje u upravi, pa je Benz 1903. istupio iz tvornice koju je stvorio i podigao do svjetskoga glasa. Otad je živio povučeno na svom imanju do 1929, kada je umro u 85. godini života.



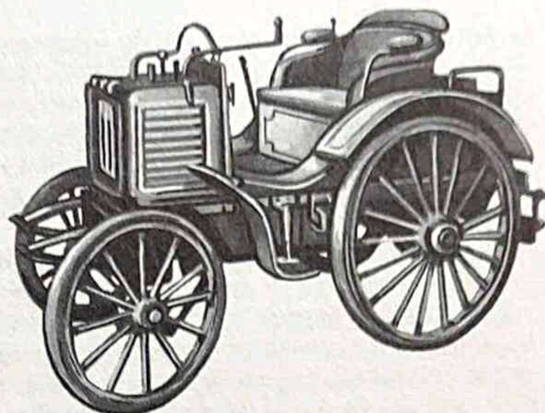
Léon Bollée je 1896. izradio tricikl s benzinskim motorom i mjenjačem za 3 brzine. Vozilo je lako dostizalo brzinu do 100 km na sat

Dolje: De Dion-Boutonov parni tegljač, pobjednik na prvim trkama



PRVE UTRKE

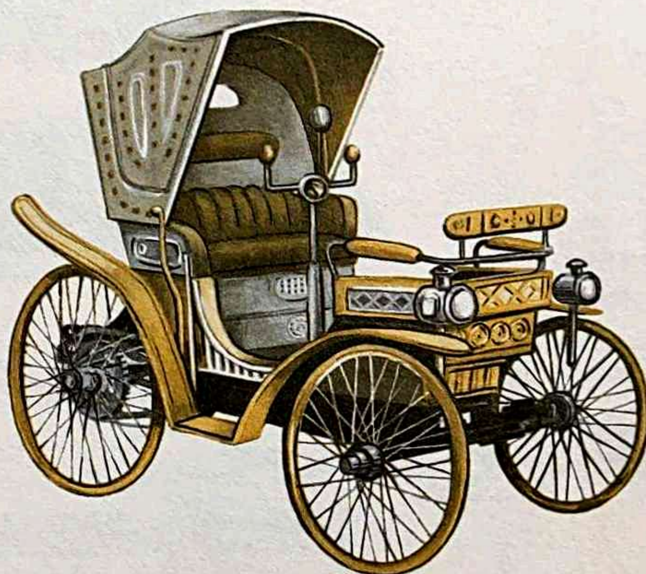
Dok su u Francuskoj Panhard-Levassor, Peugeot i De Dion do 1894. izradili i prodali oko 500 automobila, Daimler i Benz nisu u Njemačkoj prodali nijedan. Ipak ni u Francuskoj 500 prodanih motornih vozila nije moglo pokriti troškove u trima tvornicama. Trebalo je učiniti nešto da automobil prihvati narod te da se prestane smatrati beskorisnim, skupim i opasnim predmetom za izložbe i sajmove.



Prvi automobil Panhard-Levassor iz 1889. sa dvocilindarskim motorom koji je tjerao vozilo teško 735 kg brzinom od 25 km na sat

Trke Pariz-Rouen. Pierre Giffard (Pjer Žifar), urednik dnevnika Petit Journal (Pti žurnal = male novine), znao je što treba učiniti da se probude Parižani. U proljeće 1894. oglasio je i priredio takmičenje automobila na pruzi Pariz-Rouen (Ruan). Doista, uspio je uzbuditi graditelje, vozače i građane. Prijavljena su 102 vozila: 5 na paru, 5 na stlačen zrak, 3 na vodu, a 1 se pokretao kombinacijom ljudske i mehaničke snage; ostalo su bili benzinski i električni automobili. Benzinskih je vozila bilo malo; javili su se samo Benz, Daimler, Panhard-Levassor i Peugeot. Kako bi smanjio broj takmičara i izlučio slaba vozila, Giffard je priredio najprije izlučno takmičenje.

Na dan trke 1894. krenuo je iz predgrađa Pariza kroz gomilu od više tisuća gledalaca 21 automobil. Takmičenje je trebalo dokazati samo sigurnost kola i pouzdanost motora, ali već nekoliko stotina metara nakon starta taština je prevladala pravila, i takmičnje se pretvorilo u pravu trku. Za prugu Pariz-Rouen dugu 126 km bilo je predviđeno 12 sati vožnje, ali već poslije 5 sati i 40 min. dojurilo je u Rouen De Dionovo parno vozilo s prikolicom, kojim je upravljao Bouton. Uza nj je sjedio Trépardoux, a u prikolici su se vozili De Dion i Giffard. Ukupno je na cilj stiglo 15 kola. Pri podjeli nagrada suci su se pitali da li je De Dionovo vozilo automobil, tj. kočija bez konja ili parni tegljač (traktor). De Dion, kao pravi sportaš, odrekao se prve nagrade i zadovoljio se drugom. Prvu nagradu podijelili su Peugeot i Panhard-Levassor. U njihovim tvornicama ugrađivali su se u automobile motori Daimlerova tipa.



Peugeot je 1892. izradio 29 raskošnih automobila s motorom od 8 KS sa 2 cilindra u obliku V, koji su dostizali brzinu od 25 km na sat

Trke Pariz-Bordeaux-Pariz. De Dion je svakako želio organizirati prave automobilske trke na dužoj pruzi na kojoj bi se ocjenjivala brzina. Njegovim nastojanjem trke su i održane 11. VI 1895. na putu dugom 1175 km iz Pariza u Bordeaux (Bordo) i natrag. Sudjelovala su 22 automobila. Prvih 120 km vodio je De Dion parnim automobilom, ali se morao zaustaviti i nadopuniti vodu u kotlu. U Toursu (Turu) na 290 km prestigao ga je Levassor. De Dion je pojurio punom parom, ali je benzinska kočija bila brža. Bilo je predviđeno da će automobili voziti 50 sati do Bordeauxa i 50 sati natrag. Levassor je stigao u Bordeaux za 19 sati i 25 min., ali u 3 sata ujutro nije našao nikoga. Slučajno je znao gdje spavaju suci natjecanja, pa ih je probudio, ali vozača, koji ga je morao zamijeniti, nije mogao pronaći jer je tvrdo spavao u nekom od mnogobrojnih hotela. Iako premoren, Levassor je ponovno sjeo za upravljač, uzeo u kola kruha i vina te krenuo natrag. Poslije dva sata susreo je prvi automobil koji je dolazio iz Pariza. Bio je to jedan Peugeot; vozač ga je preneraženo pogledao.

Nakon 47 sati 47 min. Levassor je stigao na cilj u Parizu. Vozio je dva dana i dvije noći bez odmora prosječnom brzinom od 24,5 km na sat. Tek poslije šest sati stigao je drugi automobil, jedan Peugeot. De Dionova parna kola stigla su za 90 sati i bila su deveta. De Dion se vratio natrag željeznicom. Poučen ovom trkom, De Dion je napustio parne automobile i gradio otad samo benzinske. Ali, iako nije stigao prvi, ostale su mu

se želje ispunile. Nije se dogodila nijedna nesreća, oduševili su se gledaoci, industrijalci, vlada, novinari a i narod. Automobil je prodro u široke slojeve. De Dion je 1895. utemeljio *Francuski auto-klub*, koji je pomagao razvoju francuskog automobilizma i podigao ga na prvo mjesto u svijetu.

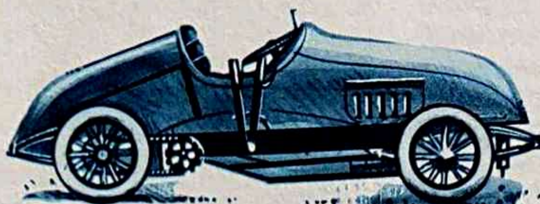
Danas se čuju glasovi, jednako kao i u početku automobilizma, da bi automobilske trke trebalo zabraniti zbog nesreća i žrtava. Međutim, jedino su trke mogle pobuditi zanimanje za motorna vozila, ponukati kupce da ih nabavljaju, a tvornice poticati da svoja vozila usavršavaju.

Nakon polaska udarila je jaka oluja s pljuskom i žestokim vihorom koji je rušio stabla. Levassor je na nekim mjestima morao piliti oborena debla da bi se mogao probiti. Peugeot je pošao vlakom naprijed da kupi suha odijela svojim vozačima. De Dionov prijatelj *René Knyff* (Knif) dostigao je na cesti stado ovaca, zaustavio je svoj automobil Panhard, iskočio iz kola i kupio od ovčara kožuh. On je jedini stigao suh u iduću postaju ni ne sluteći da je svojim kožuhom utemeljio modu za vozače, koja se održala sve do 1914, kada su automobili dobili zatvorene kabine.

SVJETSKI APSOLUTNI REKORDI BRZINA TRKAĆIH AUTOMOBILA

105,9 C. Jenatzy (»La Jamais Contente«) vidi sliku na strani 198. 1899.

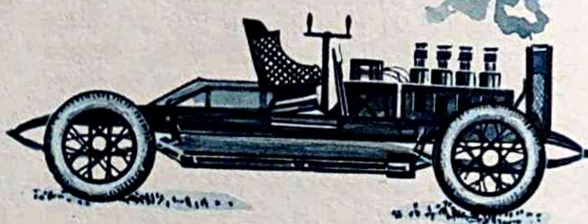
122,4 W. Vanderbilt (benz. automobil Mors), Dourdan, Francuska 1902.



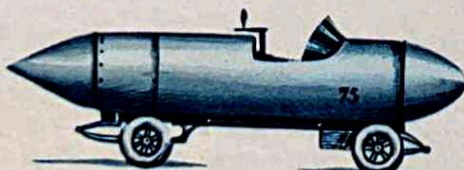
63,1 Chasseloup-Laubat (elektromobil Jeantaud), Achères, Franc. 1898.



147,0 H. Ford (benz. automobil vlastite konstrukcije), SAD 1903.

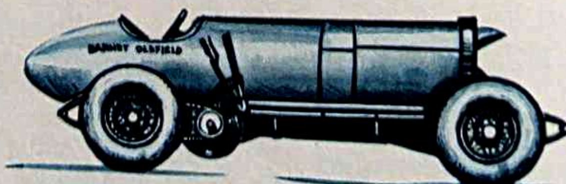


66,7 C. Jenatzy (elektromobil Jenatzy), Achères, Francuska 1898.



158,5 W. Vanderbilt (benz. automobil Mercedes) Daytona Beach, SAD 1904.



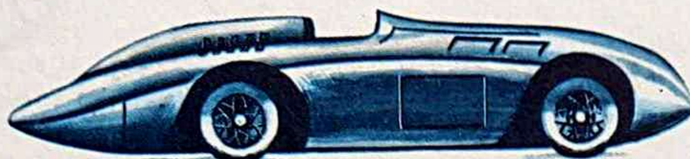


211,9 Barney Oldfield (automobilom Benz), Daytona Beach, SAD 1910.

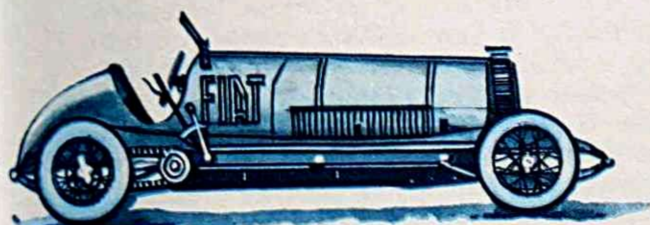
Automobilske trke Pariz-Marseille-Pariz. Već 1896. Auto-klub je organizirao još veće trke, koje su imale istaknuti tehničku premoć Francuske. Automobil je tada već postao znak tehničkog prvenstva u svijetu kao što su to danas svemirski sateliti. Izabrana je pruga Pariz-Marseille (Marsej)-Pariz duga 1750 km. U natjecanju je sudjelovalo 31 vozilo, među njima 3 mala automobila (voiturette, č. voatiret) što ih je izradio *Léon Bollée*, sin Amédéa Bolléa i 3 benzinske trokolice De Dion-Boutona. De Dion je opet vozio na starom parnom automobilu kojim je izgubio druge trke.

Levassor je pred Avignonom (Avinjonom), da bi se na putu uklonio psu, naglo skrenuo, zašao jednim kolom u jarugu i udario u stablo. On i pratilac ispali su iz kola. Pošlo im je za rukom da kola izvuku na cestu i krenu dalje, ali je Levassor u Avignonu morao ostati u bolnici. Nakon 7 mjeseci umro je 1897. od posljedica te nesreće. Tako je pionir francuskog automobilizma bio i prva njegova žrtva.

De Diona zamalo da nije pregazio vlak. Njegove male trokolice zauzele su treće, peto i deveto mjesto. Bio je to golem uspjeh za mala i jeftina kola, a on ga je dobro iskoristio i domalo je morao proširiti tvornicu da bi mogao izvršiti sve narudžbe. Uspjeh nije bio slučajan. De Dion se neprekidno bavio tehničkim istraživanjima. Dao je izraditi malen motor od 100 cm³ i njime je pravio pokuse. Budući da na tako malom motoru nije mogao upotrijebiti paljbenu cjevčicu kao na drugim četverotaktnim motorima, izradio je uređaj za električno paljenje sastavljen od akumulatora, prekidača i svjećica, gotovo onako kao što je na modernim automobilima. Tako opremljen motor lako se mogao pokrenuti i okretao se sa 900 okretaja u min., a tada je to bila gornja granica brzine okretanja.



327,9 H. O. D. Segrave (automobilom Sunbeam), Daytona Beach, SAD 1927.

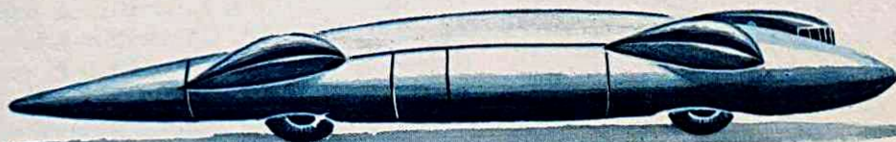


863,7 Art Arfons (Green Monster) Bonneville Salt Flats, SAD 1964.

234,9 E. A. D. Eldridge (automobilom Fiat), Arpajon, Francuska 1924.

501,4 Kap. G. E. Eyston (Thunderbold) Bonneville Salt Flats, SAD 1938.

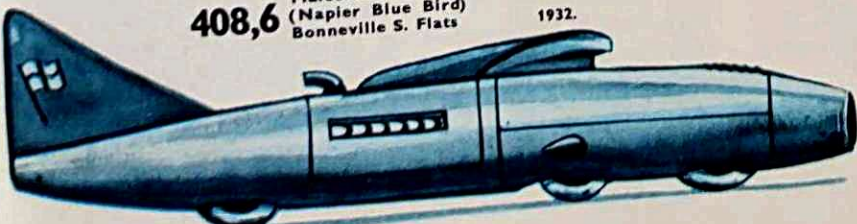
966,6 Albert Breedlove (Spirit of America) Bonneville Salt Flats, SAD 1965.





634,3 John Cobb (Napier Railton Mobil) Bonneville S. Flats, SAD 1947.

408,6 Malcolm Campbell (Napier Blue Bird) Bonneville S. Flats 1932.



648,7 Donald Campbell (Bluebird II) Eyre Salt Flats, Australija 1964.

De Dion i Bouton su ustanovili da se motor pri većoj brzini okretanja bolje podmazuje, da svi dijelovi dobivaju više ulja koje stvara bolji i trajniji mazivi sloj. Ta su dva usavršenja — električno upaljivanje i bolje podmazivanje — iskoristili pri gradnji malih motora od 120 cm³ i ¾ KS koji su se okretali sa 1500 okretaja u min. Kasnije su 52 svjetske tvornice gradile motore po De Dion-Boutonovoj licenciji.



Braća Duryea izradila su 1893. prvi benzinski automobil u SAD kojim su 1894. pobijedili na prvim američkim automobilskim utrkama

Prvi časopisi, izložbe, propisi i porezi. Automobili su se 1895. u Francuskoj već znatno proširili. *Paul Meyan* (Pol Mejan) pokreće 1. II 1896. prvi automobilistički časopis *La France Automobile* (La Frans Otomobil). Prefekt pariške policije 1893. »zbog gustoće prometa motornih vozila« ograničuje najveću brzinu u gradu na 12 km na sat i određuje da svako vozilo mora imati dvije međusobno *nezavisne kočnice*.

Prva izložba automobila održana je u proljeće 1898. istodobno s izložbom cvijeća. Priređivači su se iznenadili jer je nastupilo 269 izlagača. Na dan otvorenja izložbe svaki je automobil morao voziti bez kvara iz Versaillesa (Versaja) u Pariz.

God. 1898. objavljen je prvi *porezni zakon*. Za svaki motocikl morao se otad plaćati godišnji porez prema broju sjedišta, a za automobile prema broju sjedišta i veličini grada u kojemu je bio registriran. Porez je u Parizu bio najveći. Zakon od 1. VII 1898. propisao je da svako motorno vozilo mora imati ploču s *registarskim brojem*. Za registriranja 1. I 1900. bilo je u Francuskoj 2897 automobila. Auto-klub je toga dana svečano proslavio početak novog stoljeća, ali tada nije nitko slutio da je to bila posljednja godina francuske prednosti u automobilizmu; preoteli su je Nijemci automobilima Mercedes iz Daimlerove tvornice.

Rekordi. U zapadnom predgrađu Pariza živio je *Chasseloup-Laubat* (Šaslu-Loba), veoma bogat, otmjen i besposlen markiz, kome su svi automobili i motorni čamci bili odviše spori. Zaintačio se da će postati najbrži čovjek na svijetu. Dugo je raspravljao o toj želji s De Dionom, ali mu je on dokazivao da stanje tehnike ne dopušta mnogo veće brzine od dotadašnjih. Za jednog boravka u Londonu Laubat je vidio elektromobile, a od Lawsona je doznao da Siemens izrađuje nove akumulatore, koji su skupi, ali su pouzdani i trajniji od svih ostalih. Čim se vratio u Pariz, Laubat se posvetio proučavanju elektromobila i u svojoj staji počeo graditi prva trkaća kola. S njim je radio vrlo sposoban mehaničar *Henry Jeantaud* (Anri Žanto). Budući da je Laubat iskusio kako brzina motornog čamca zavisi o obliku trupa, izradio je i elektromobil u obliku trkaćeg čamca. U nj je natovario električne akumulatore i ugradio Porscheov elektromotor. U blizini svog dvorca dao je izmjeriti stazu dugu tri kilometra, po jedan kilometar za zalet, za vožnju i za zaustavljanje. Pozvao je komisiju Auto-kluba, policiju i mnogo znanaca te 18. XII 1898. projurio kroz start i prošao stazu od 1 km za 57 sekundi. Ispunila mu se želja, dostigao je brzinu od 63,1 km na sat i postao najbrži čovjek na svijetu.

Novinske izvještaje o tom rekordu pročitao je u Bruxellesu (Briselu) u Belgiji inženjer *Camille Jenatzy*, koji je gotovo u isto doba izradio sličan elektromobil i predložio markizu da će mu pokazati svoja kola. Poslije mjesec dana Jenatzy je istu stazu kraj Laubatova dvorca prešao brzinom od 66,7 km na sat. Chasseloup-Laubat je u duhu sportskog drugarstva proslavio tu pobjedu bogatim ručkom, ali je poslije zdravice sjeo u svoj elektromobil i premašio rekord prešavši stazu brzinom od 70,3 km na sat.

Poslije 10 dana Jenatzy podiže rekord na 80,3 km na sat, a 4. III 1899. Laubat ga povisuje na 93,7 km na sat. Jenatzy na to obećava novinarima da će premašiti brzinu od 100 km na sat. Dok su sve novine pisale protiv takvih ludih brzina koje će stvoriti pokolj na cestama, Jenatzy se pripremao za osvajanje novog rekorda. Dao je elektromobilu oštriji oblik tako da se doimao kao torpedo, izravnao je sva ispupčenja, trup je natrpao akumulatorima, a za pogon ugradio najjači elektromotor. Tom elektromobilu dao je ime *La Jamais Contente* i njime je 29. IV 1899. prešao stazu od 1 km za 34 sek. Markiz nije htio povjerovati svojim očima. Brzo su izračunali brzinu i dobili 105,9 km na sat.

Benzinski automobili još nisu mogli dostići tu brzinu, ali francuski biciklist *Serpollet* dostigao je 1901. u Nici 120,81 km na sat parnim automobilom što ga je sam izradio.

Američki milijunaš *W. K. Vanderbilt* (Vanderbilt) prisustvovao je 1902. trkama u Evropi i oduševio se za automobilizam. On nije bio ni konstruktor ni tehničar, ali je bio bogat i mogao je

kupovati najsavršenije automobile. Najprije je otputovao u Švicarsku, gdje je kod najboljih urara dao izraditi satove kojima se mogla mjeriti jedna tisućina sekunde. Zatim je u Francuskoj kupio automobil *Mors* (Mor) od 60 KS, ali se na pokusnoj vožnji razočarao; dostigao je samo 120 km na sat. Nakon nekoliko pregradnji stekao je uz trošak od 100 000 dolara naslov najbržeg čovjeka na svijetu postigavši 5. VIII 1902. brzinu od 122,420 km na sat. Kasnije je Vanderbilt još nekoliko puta povisivao svoje rekorde. Zatim je otputovao u Ameriku, gdje je utemeljio *Američku automobilsku udrugu* (skraćeno AAA, od American Automobile Association, čit. Emeriken Otemoubil Esousieišn). Nakupovao je puno skladište automobila i u Floridi priređivao utrke. Takmičio se s prijateljima kojima je pozajmljivao svoje automobile i dostigao automobilom *Mercedes* rekord od 158,510 km na sat.

Francuski konstruktori su, unatoč golemim troškovima, htjeli opet osvojiti prvenstvo, pa je iste godine Rigolly (Rigoli) s Gobron-Brillieovim vozilom od 100 KS dostigao 152,5 km na sat.

Automobilske trke za osvajanje svjetskog rekorda brzine otad su se održavale sve češće u Americi i u Evropi, a na opće iznenađenje Stanleyev je parni automobil 1906, preoteo rekord dostigavši brzinu od 196,652 km na sat. Od 1909. do 1922. najbrži su automobili *Blitzen-Benz* s motorom od 200 KS, koji su podigli rekord od 211,500 km na sat. God. 1927. major *Henry Segrave* (Sigrejv) premašuje brzinu od 327 km na sat, a 1932. major *Malcolm Campbell* (Melkolm Kembel) automobilom od 2230 KS *Napier Blue Bird* (Nepier Blu Berd = Napierova modra ptica) dostiže 408,621 km na sat. God. 1937. *George Eyston* (Ajstn) s *Thunderboltom* (Tanderboultom) prešao je milju brzinom od 501,374 km na sat, a 16. IX 1947. *John Cobb* (Džon Kob) automobilom Napier Railton-Mobil (Nepier Reiltn Mobil) sa 2 motora od 12 cilindara (2860 KS) dostigao je 634,267 km na sat. *Donald Campbell* mlaznim vozilom *Bluebird* 18. VII 1964. dostiže 648,727 km na sat, ali već 27. X 1964. *Art Arfons* vozilom *Green* (Grin) *Monster* (Zelena neman) podiže rekord na 863,734 km na sat. *A. Breedlove* (Bridlav) je 15. XI 1965. automobilom *Spirit of America* (Duh Amerike) dostigao dosad najveću brzinu na svijetu od 966,573 km na sat.

Glavne staze za rekordne brzine. Prvu stazu dugu 1 km izmjerio je 1899. Chasseloup-Laubat u drvoredu svog dvorca Achères (Ašer) kod Pariza. Poslije toga iskorišćuju se ravni i pregledni dijelovi cesta, kao npr. Promenade des Anglais (Promenad dez Angle) u Nici i dio ceste Pariz-Orleans (Orlean) kod Arpajona (Arpažona). Pošto je ustanovljeno da su neki ravni dijelovi pješčanih plaža pogodniji za sve veće brzine, izabrana je u SAD na Floridi *Daytona Beach* (Dejtona Bič = Dejtonska plaža), gdje je i Frank Marriott osvojio rekord Stanleyevim parnim automobilom.

U Velikoj Britaniji upotrebljavala se do 1927. plaža *Pendine Sands* (Pendain Sends), ali 1928. se pokazalo da je ona za sve veće brzine opasna. *Franku Lockhartu* (Frenku Lokhertu) se dogodila slična nesreća kao Marriottu: automobil je na jednoj nevidljivoj pješčanoj uzvisini odletio u zrak i raspao se pri padu. Velikim automobilom sa 3 motora *Ralf Beebe* (Rolf Bib) je osvojio rekord. Pri kraju vožnje pokušao je zaustaviti automobil vozeći cik-cak, ušao je u more i eksplodirao jer je visoka voda nakon plime prekrila posljednji dio niske plaže. Zbog toga je izabrana nova staza u Americi kod Velikoga slanog jezera u zaklonu brda Utah (Jutah), oko 16 km od grada Salt Lake Cityja (Solt Lejk Sitija). Pošto se jezeru prirodno snizila razina, ostalo je u produženju korita ravno tlo pokriveno 10 do 200 cm debelim slojem soli koji je veoma ravan i gladak. Na stazi je ugljenom označena crna traka duga 13 milja (21 km). Tom stazom, koja se zove *Bonneville Flats* (Bonevil Flets) jure čuveni vozači svih vrsti vozila što se bore za svjetsko prvenstvo. Tu su dostignuti svi rekordi motocikla NSU iz Njemačke i Breedloveov apsolutni rekord za automobile.

Pioniri automobilizma u Americi. Najveća je kočnica u razvoju automobila u Americi bio ravnatelj patentnog ureda *George Selden*. Nitko nije mogao izraditi, uvesti ili prodati u Americi automobil a da nije platio određenu daću Seldenovu društvu. Selden je usporio razvoj automobilizma u Americi najmanje za 15 godina, a utjecao je i na automobilsku industriju sve dok Henryju Fordu nije pošlo za rukom da poništi njegov patent.

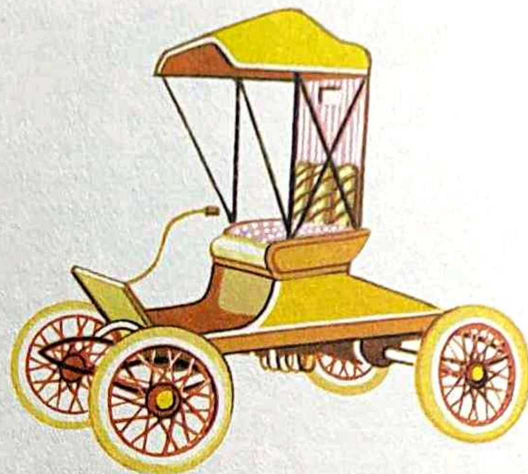
Prvi automobil u SAD izrađen je u tvornici glasovira *Williama Steinwaya* (Stenveja). Kod njega je radio Karl Maybach, brat Daimlerova konstruktora Wilhelma Maybacha. Kad je Wilhelm Maybach došao u SAD na svjetsku izložbu u Philadelphiji, gdje je izlagao Deutzove motore, automobile i motornu željeznicu, potaknuo je Daimlera da se 1888. osnuje u New Yorku *Steinway Daimler Motor Company*. To je društvo počelo graditi automobile po Daimlerovoj licenciji, ali je prodaja tih automobila tekla vrlo slabo.

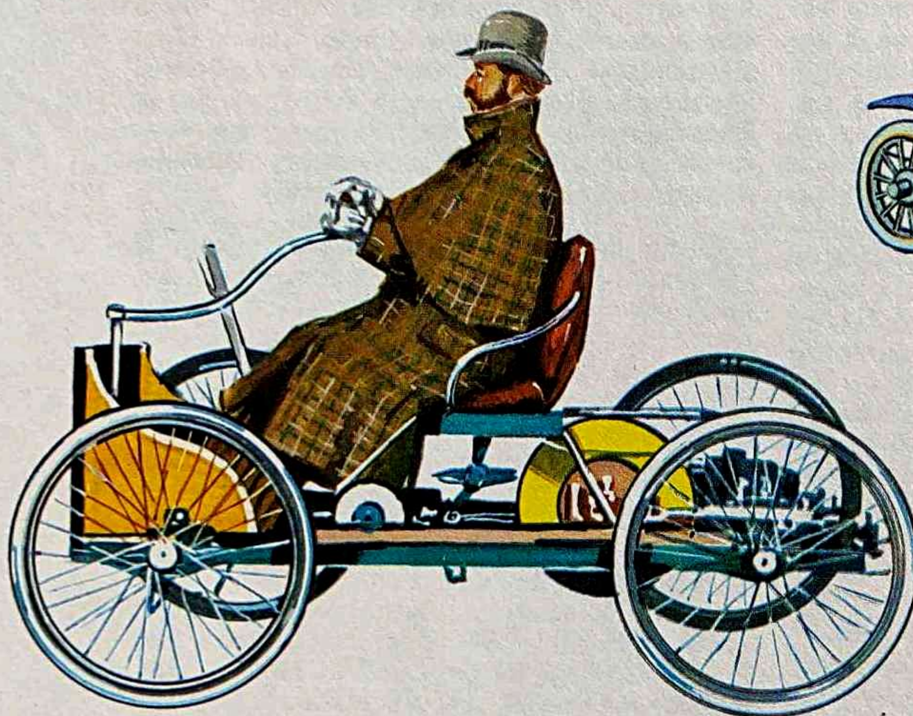
Američki automobil Haynes-Apperson iz 1901.

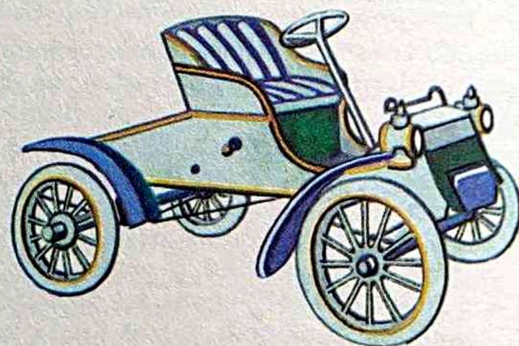


God. 1913. priređena je Kolumbijska izložba u Chicagu. Tom prilikom izlagali su automobile Steinway-Daimler, Panhard i Peugeot, a potkraj izložbe doveden je i Benzov automobil *Velo*, koji je bio izložen pod francuskim imenom *Éclair* (Ekler = Munja) jer su francuski automobili i u Americi bili na najboljem glasu. Na izložbi je prodano vrlo malo kola jer Amerika još nije prihvatila motorna vozila. U Ameriku još nije prodrlo ni francusko ime automobil, nego su se upotrebljavali *motocycle* (motosajkl) i *horseless carriage* (horzles keridž = kočija bez konja).

U doba kad su evropske tvornice izložile svoje automobile na izložbi bilo je u Americi nekoliko tehničara, konstruktora i izumitelja koji su, uglavnom na temelju evropskih modela i iskustava, gradili kočije bez konja iz zabave ili za svoje potrebe.









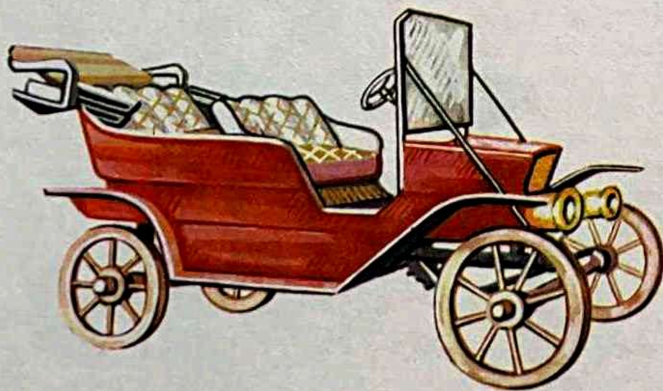
Lijevo: »Prvi Ford« iz 1896. s motorom od 5 KS sa dva cilindra težio je 225 kg i vozio 20 km na sat

Gore: »Pilot« iz 1902. posljednji Fordov probni tip
Dolje: »Model A« iz 1903. prvi serijski automobil

Prve trke u Chicagu. Prilike su se naglo promijenile nakon trke kočija bez konja koju je priredio dnevnik Times Herald (Tajms Herold). Uvjet je za trku bio da automobil vozi brže od 12 km na sat i da prijeđe put od 160 km. Prijavila su se odmah 84 vozača, ali su na dan trke došla samo dva automobila. Trke su odgođene, ali da se zadovolje gledaoci, priređeno je takmičenje između dvojice vozača. Takmičili su se *Oscar Mueler* (Oskar Mjuiler) na Benz-Viktoriji i *J. Frank Duryea* (Frenk Djuria) na svom motor-vagonu. Duryea je nakon kraćeg puta morao odustati jer mu je na vozilu pukao prenosni lanac. Zbog toga je Mueler vozio sam i prešao čitavu stazu od 160 km s prosječnom brzinom od 15,53 km na sat. Zanimljiv je novinski izvještaj o njegovoj vožnji: »Zbog velike žege Mueler je potrošio golemu količinu leda za hlađenje motora. Na cilju je hitro pokupovao sav led koji je mogao pribaviti i natovario ga u kola. Led je smjestio u dvije velike limenke iz kojih je ledena voda otjecala u motor. Tada još nije bilo hladnjaka, sisaljke za rashladnu vodu ni kruženja vode između hladnjaka i motora. U posudu je odozgo utjecala hladna voda iz velikog rezervoara na krovu, a iz motora je na dnu polako istjecala topla voda na cestu. Zbog toga su prvi automobili trošili veoma mnogo vode.

Charles Duryea. Na glavnoj trci koja je održana 28. XI 1895. na stazi Chicago-Evanstone (Evansten)-Chicago dugoj 85 km sudjelovalo je samo 6 kola: 4 benzinska (1 Duryeain i 3 Benzova) i 2 električna. Prvu nagradu dobio je Frank Duryea koji je vozio motor-vagonom što ga je konstruirao i izradio njegov brat *Charles*. Taj prvi američki automobil imao je dvocilindarski benzinski motor, a pobijedio je vozeći prosječnom brzinom od 12,1 km na sat. Duryeaino vozilo je prvi automobil američkog podrijetla, prvi od 200 milijuna motornih vozila koja su do danas izrađena na tom kontinentu. Ali Duryea nije imao sreće. Njegov je automobil svršio u cirkusu. God. 1896. nekoliko je bankara iskoristilo Duryeaovu slavu i utemeljilo društvo za gradnju automobila, ali kako se izrađivalo samo 10 automobila na godinu, Seldenovo društvo je postavilo zahtjev da se radionica zatvori. Braća Duryea morala su se povući pred tom prijetnjom. Dugo su još pisali članke u novinama da im se prizna prvenstvo, ali na siromahe se nitko nije osvrtao; svi su ih ismijavali i smatrali čudacima. Umrli su u najvećoj bijedi negdje u Novoj Engleskoj. Tek nedavno, kada su stručnjaci odlučili da napišu povijest američkog automobilizma, pronašli su dijelove motor-vagona, sastavili ga i izložili u muzeju, a braći Duryea priznali prvenstvo.

Elwood Haynes. U istom muzeju stoji i automobil što su ga sagradili Elwood Haynes (Elvud Hejnes) i njegovi prijatelji u Kokomu (SAD, Indiana). Haynes je bio učitelj, ali je napustio đake i zaposlio se kao monter na izvorima zemnog plina u Kokomu. On je s mehaničarima braćom *Elmerom* i *Edgarom Appersonom* (Epersenom) izradio automobil, kojim se 1894. provezao kroz Kokomo brzinom od 10 km na sat. Ta su tri pionira automobilizma osnovala društvo *Haynes and Apperson*, ali je i ono postalo žrtvom Seldenove grupe.



»Model T« iz 1908. prvi je serijski tip Fordovih automobila »Tin Lizzie«. Od 1908. do 1927. izrađeno je više od 15 milijuna vozila

Albert Pope. Slično kao u Evropi prihvatili su se i u Americi gradnje automobila mnogi tvorničari bicikla. Prvi je time započeo Albert Pope (Pop), tvorničar čuvenih bicikla Columbia (Kelambija). On je naložio inženjeru *Hiramu Maximu* (Hajeremu Meksimu) da konstruira benzinski automobil. Maxim je po uzoru na Daimlerovu kočiju izradio svoje vozilo za 5 mjeseci. Kako njegova kočija nije imala diferencijala, mogla se okretati samo nalijevo jer ju je tjerao samo desni stražnji kotač; vrlo je često zastajala zbog kvara. Bilo je to 1895, kada je u Francuskoj već vozilo cestama oko 600 automobila.

Selden je i Popeu predao ultimatum: morao je pristupiti njegovoj grupi ili napustiti gradnju automobila. Pope je popustio i pod okriljem Seldenove grupe osnovao tvornicu u Hartfordu, gdje je izrađivao automobile Toledo i kasnije Toledo-Pope, koji su se 1905. i 1906. istakli na mnogim utrkama.

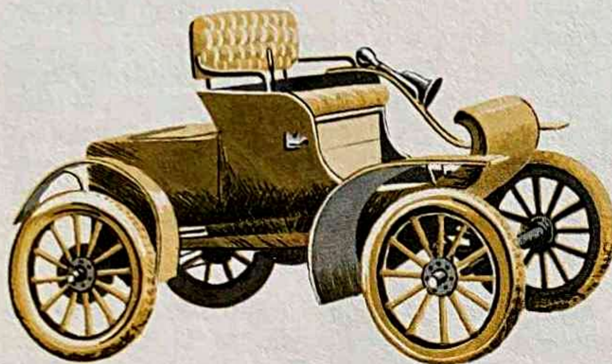
Henry Ford je zacijelo najsposobniji čovjek u povijesti automobila. Rodio se 1863. na farmi kraj naselja koje se razvilo u današnji Dearborn (Dirborn) blizu Detroita u SAD. Mladi Henry nije rado obavljao farmerske poslove, ali je još kao dječak uredio malu radionicu, za nju sam izrađivao alat i susjedima popravljao satove. U 17. godini napustio je farmu i zaposlio se u tvornici parnih strojeva u Detroitu. God. 1885. dovezen je u tvornicu jedan pokvareni Ottov plinski motor koji nitko nije mogao uputiti. Pozvali su montera Forda, i on ga je proučio. Motor ga je očarao, te otad nije imao mira. Radio je noću i nedjeljom i gradio motor na principu unutrašnjeg izgaranja, a 1892. kao strojar u detroitskoj elektrani izrađivao je u slobodnom vremenu motorna kola.

Ford je za prvi automobil, koji je sličio na seljačka kola, izradio dvocilindarski motor od dijelova staroga parostroja i smjestio ga povrh stražnje osovine. Motor je s pomoću remena okretao pomoćnu osovinu, a ona je lancem tjerala stražnji kotač. Taj se dvosjed mogao tjerati sa dvije brzine, koje su se mijenjale premještanjem remena jednom polugom. Natraške se njime nije moglo voziti. Poslije sat vožnje motor se morao zaustaviti jer nije imao nikakva hlađenja. Tek kasnije Ford je cilindre smjestio u limeno korito u koje je dolazila kroz cjevčicu voda iz posebne posude. Taj se automobil sada nalazi u Fordovu muzeju.

God. 1899. Ford je postao inženjer, ali je napustio tvornicu strojeva kako bi se posvetio samo gradnji automobila. Uz pomoć rodbine i mještana osnovao je *Detroit Automobile Company*, a on je u tvornici radio uz dosta slabu plaću. Do 1901. izradio je 19 automobila, ali tada je društvo propalo.

Ford je prodajom radionice dobio nešto novca i njime kupio neko skladište ciglane, u kojem je dovršio započeti trkaći automobil. Na trkama je

pobijedio najslavnije američke vozače i tako se proslavio. Poslije mjesec dana osnovao je drugo društvo i s mehaničarom *Timom Cooperom* (Timom Kuperom) izradio dva trkaća automobila s golemim motorima od 80 KS. Neustrašivi vozač *Barney Olfield* (Barni Oulfild) vozio je kao luđak, nije smanjivao brzinu ni na zavojima, nije se osvrtao na takmace koji su zaostali čitav kilometar. Ford se tim automobilima pročuo širom cijele Amerike.



Curved Dash Oldsmobile, prvi američki serijski automobil iz 1900.

Poslije osam dana osnovao je treće društvo *Ford Motor Company*, ali uz mnogo teškoća. Tada je izradio prvi automobil modela A s dvocilindarskim motorom od 8 KS i do jeseni 1903. dovršio 300 vozila, ali tada se tvornica morala zatvoriti jer Amerikanci nisu kupovali automobile zimi. Ford je iskoristio stanku i izradio modele B do F. Međutim, trebalo je nešto učiniti i za reklamu. Odlučio je opet upriličiti vožnju za rekord brzine i izradio nova trkaća kola kojima je na ledenoj poljani od 1 milje oborio svjetski rekord brzine i tako se pročuo širom svijeta.

Tada je odlučio izraditi malen univerzalni automobil; i doista, mali su se automobili bolje prodavali. Stoga dioničari nisu mnogo prigovarali kad je Ford najavio model T iako su njegovi planovi bili skopčani s ulaganjem velikoga kapitala. Ford je prvi uveo posebne vrsti čelika za različne dijelove motora. U jednoj tvornici mesnih konzervi vidio je kako se umeće meso i zatvaraju kutije na beskonačnoj vrpci, pa je i on odmah primijenio taj sistem u svojoj tvornici. Običnim čeličnim užetom vukao je automobile polagano kroz radionicu, a radnici, raspoređeni duž konopa, na svom mjestu radili bi svaki svoj posao: dodali bi neki dio, učvrstili ga, izbrusili, probušili itd. Time je rad bio veoma ubrzan. God 1908. dovršen je model T za prodaju uz cijenu od 850 dolara, i u godinu dana prodano je 10 607 vozila.

U Americi je 1902. svaki automobil morao nositi otraga upisan registarski broj, ali vlasnici su ga ukrašavali neobičnim, ponekad i veoma neukusnim slikama

Prodaja vozila krenula je izvrsno, ali se pojavio Selden. Međutim, Fordu je pošlo za rukom dokazati da je Seldenov izmišljeni automobil bio patentiran 1879, kada je Ottov četverotaktni motor već bio zaštićen patentom. Prema tome Seldenova se zaštita mogla odnositi samo na kakav drugi motor, npr. na dvotaktni, a takve motore Ford nije nikad izrađivao. Seldenova grupa je izgubila parnicu i napokon prestala biti kočnicom napretka u SAD.

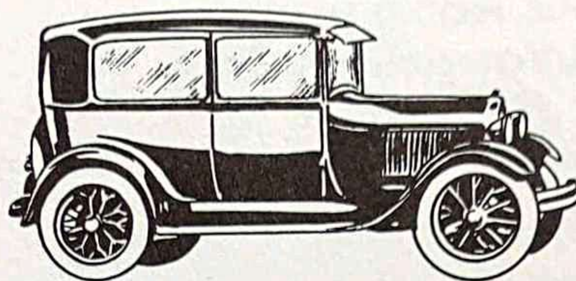
Da bi se što brže proširio automobil modela T, Ford je uredio izvrsnu servisnu službu. Od svakog je zastupnika zahtijevao da mora odmah izvršiti sve popravke što ih zahtijevaju kupci i držati u skladištu sve potrebne dijelove. Izvrstan servis i sve niže cijene kola bili su dobri uvjeti za prodaju, i kupci su nagrnuli. Do kraja 1915. prodano je milijun kola modela T. Zbog toga što su kola tandrkala po lošim američkim cestama prozvana su *Tin Lizzie* (Tin Lizi = limena Lizika).

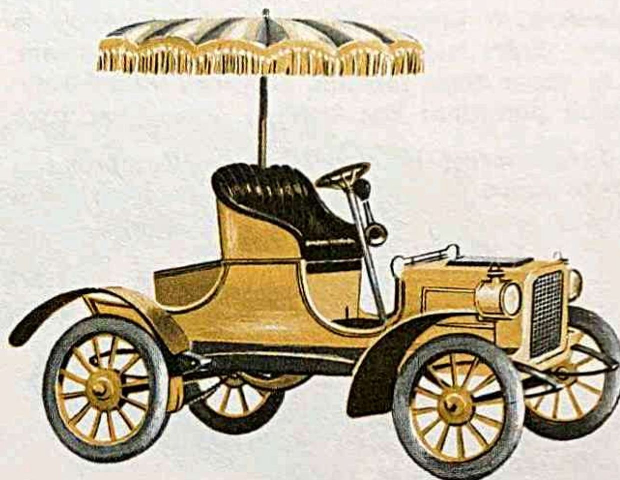
Za prvoga svjetskog rata Tin Lizzie je poslije 1915. služila kao lako transportno vozilo, i vojnici su se naučili na nju, a kad su se poslije rata vratili kući, veoma su je rado kupovali. God. 1921. prodano je 1 051 741 kola, 1922. već 1 425 839, a 1923. i dalje prodano je svake godine više od 2 milijuna. Do sredine 1927. prodano je ukupno 15 milijuna, ali tada je Lizzie već bila zastarjela. Ford ju je zamijenio novim modelom A, koji je postigao također lijep uspjeh. Možda bi Ford doživio i veću prodaju automobila tipa A da se nije pod utiskom golemog uspjeha odviše zadržao na Tin Lizzie. Kad je 1927. počela padati prodaja, bilo je već prekasno. Morao je šest mjeseci obustaviti rad kako bi mogao pripremiti novi tip A, a to su njegovi suparnici dobro iskoristili. Fordovi se automobili sada izrađuju u tri države: u SAD, SR Njemačkoj (Köln) i u Velikoj Britaniji (Dagenham).



Gore: Fordov automobil »Tudor« iz 1932. s motorom od 8 cilindara smještenih u obliku slova V; cijena 500 $

Dolje: automobil »Oldsmobile Reo« iz 1905; motor 28 KS





Američki prometni propisi nisu bili manja prepreka širenju automobilizma od Seldenova patenta. Senat je 1897. visokom carinom na automobile i njihove dijelove spriječio svaki uvoz kola iz Evrope, i otad su se uvozili samo trkaći automobili, kod kojih nije bila važna cijena. Druga su zapreka do 1903. bili prometni propisi. Svaka država pa i svaki distrikt mogao je propisati ograničenje brzine. Neki su gradovi odredili brzinu od 5 km na sat, a Mitchel (Mičl) u Južnoj Dakoti uopće je zabranio motornim vozilima prolazak kroz grad. U državi New York vozač je morao zaustaviti i ugasiti motor pri svakom susretu s konjskom spregom da se konji ne uplaše. Poslije takva zaustavljanja trebalo je izići iz kola i okretanjem ručice uputiti motor.

I policijski propisi u početku su dosta kočili razvoj automobilizma. God. 1901. svaki je automobil morao nositi otraga upisano početno slovo vlasnikova imena i prezimena. Kad se pojavilo više vozila s istim oznakama, određeno je da se na automobilu mora upisati neko izmišljeno ime, npr. ljubimac, grom, maza, strijela, srna i sl. Tako su automobilisti nekim imenima izazivali bure smijeha. Prošlo je dosta vremena dok je uveden registarski broj. Vlasnici su tada brojeve ukrašavali slikarijama: cvijećem, djevojkama, životinjama i sl. Tek 1903. uvedene su registarske pločice određenog oblika.

Golema su zapreka bile i pristojbe za registraciju. U državi New York plaćalo se 10 dolara na godinu, ali čim bi automobil ušao u drugu državu, na granici je morao platiti novu pristojbu, pa bi dobio i novi broj. Na taj su način pojedine države došle do velikih prihoda. Uskoro su se za njihovim primjerom poveli i gradovi. Prednjačili su gradovi u Kaliforniji, koji su objavili da se automobili ne smiju parkirati u gradu duže od 15 min., jer da benzin otapa asfalt na ulici. Za svakih idućih 5 min. morala se platiti pristojba od 1 dolara. Državni brodovi i skele mogli su prevesti automobile tek pošto se iz tanka ispraznio benzin i do posljednje kapi da ne bi nastao požar; vozač je zatim morao dogurati automobil na skelu i na drugoj strani rijeke opet platiti brodare da mu ga pomognu izvući uz obalni nasip. Da se odupru samovolji i iskorišćavanju, automobilisti su se 1899. učlanili u auto-klubove, ali su se oni uskoro zapleli u međusobna trvenja. Tek je *W. Vanderbilt* uz pomoć svojih uglednih prijatelja sve auto-klubove ujedinio u moćnu udrugu *American Automobile Association* (AAA), koja je u kratko vrijeme isposlovala da se usvoje pravedni i jedinstveni zakoni u svim državama i da se počnu graditi bolje ceste.

Prvi početak u Detroitu. Dva zaslužna pionira u automobilskoj industriji bili su *Alexander Winton* (Uinten) i *Ramson* (Remsen) *Olds*. Winton je bio izvrstan mehaničar u Clevelandu (Klivlendu), gdje je 1898. izradio za sebe trkaći automobil i uskoro postao poznat vozač. Pošto se proslavio na trkama, osnovao je s nekoliko bankara društvo Winton, koje je postalo žrtvom Seldenove grupe. Winton se odupro Seldenovu ultimatumu, ali je na sudu izgubio parnicu i sav imetak. Ostao je do kraja života izvrstan vozač trkaćih automobila.

Ramson Olds bio je bolje sreće. On je u Lansingu (Lensingu) blizu Detroita sagradio malen automobil za seljake i radnike. Uz pomoć bankara osnovao je društvo *Olds Motor Vehicle* (Vihikl) *Company*, a po želji glavnog dioničara *S. Smitha* (Smita) iz Detroita izradio je malu motornu kočiju s punim gumama na kotačima koja se prodavala po 1200 dolara. Smith zatim 1899. utemeljuje u Detroitu društvo *Olds Motor Works* (Verks). Do kraja 1900. Olds je izradio 400 automobila, na kojima je Smith izgubio četvrtinu uložene glavnice. Unatoč gubitku on je nagovorio Oldsa da izradi još manja kola koja bi težila samo 350 kg. Olds je izradio tzv. *Curved Dash Oldsmobile* (Karved Deš Oldsmobil), dvosjed koji se prodavao uz cijenu od 650 dolara. To je bilo prvo serijski izrađeno vozilo u Americi i prvi početak industrije u Detroitu, gdje je sada najveće središte automobilske industrije na svijetu.

OPIS MODERNOG AUTOMOBILA

Prema vrsti i namjeni razlikuju se osobni, putnički, teretni, zdravstveni, specijalni, vojnički i trkaći automobili.

Osobni automobili mogu prevoziti dvije do devet osoba, a po obliku školjke (karoserije) i krova dijele se na više vrsti. *Otvoreni* osobni automobil (phaeton, č. faeton) ima platneni krov, koji se može složiti straga i dignuti pri lošem vremenu, a sa strane nema prozora. *Zatvoreni* osobni automobil (limuzina) ima stalan i nepomičan krov.

Poluzatvoreni (kabriolet) ima pomičan krov i sa svake strane po jedna ili dvoja vrata sa staklima, koja se mogu dizati i spuštati.



Gore: otvoreni osobni automobil (phaeton)

Dolje: zatvoreni osobni automobil (limuzina)

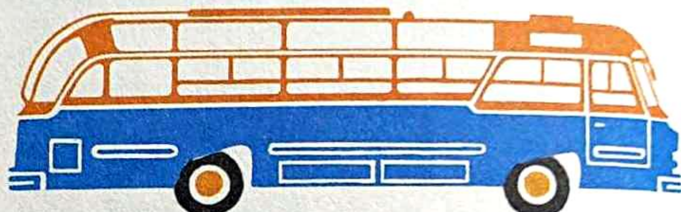


Dolje: poluzatvoreni Oldsmobile F-85 Cutlass Convertible Cabriolet





Zatvoreni osobni automobil, limuzina, Mercedes-Benz »220«, motor 6 cil. u jednom redu, 2195 cm^3, 105 KS, šest sjedišta, brzina do 155 km na sat



Turistički autobus s ostakljenim krovom za razgledanje okoline

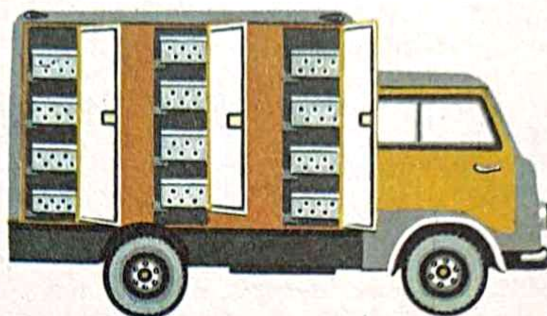
Putnički automobili (autobusi) upotrebljavaju se za prijevoz 8 do 80 putnika. Donji kolski postroj obično je jednak kao na teretnim automobilima, a na njemu je velika putnička karoserija.

Teretni automobili služe za prijevoz tereta i dijele se prema nosivosti na *lake* do 2,5 t nosivosti, obično na benzinski pogon i s brzinom većom od 80 km na sat, na *srednje* od 3 do 5 t nosivosti. na benzinski ili dizel-motorni pogon s brzinom od oko 80 km na sat i na *teške* koji nose više od 5 tona (danas do 50 t) i tjeraju se dizel-motorom velike snage, ali imaju brzinu manju od 80 km na sat. Kamioni *tegljači* (kamioni traktori) su teretni automobili s jakim motorom kako bi mogli tegliti (vući) i nekoliko prikolica s ukupnim teretom i do 100 tona. Posebna je vrst *nasjedni tegljač* (*truck-tractor*, č.



Teretni automobil (kamion) tvornice TAM iz Maribora; nosivost 5 t

trak-trekter), koji djelomično nosi a dijelom tegli prikolicu, koja ima straga dva ili četiri teška kotača, a sprijeda poseban utorni čep s pomoću kojega se oslanja na truck-tractor i povezuje se s njim. Na prikolici su još dva mala pomoćna kotača koji je pridržavaju kad stoji nepomična sama bez tegljača. Prednost je takvog tegljača, što se može lako i brzo okretati i što motorni dio ne mora čekati dok se prikolica istovari ili utovari, nego za to vrijeme može obavljati poslove s drugim prikolicama.



Laki teretni automobil za prijevoz živežnih namirnica (kruha, jaja)



Teški nasjedni traktor za prijevoz tekućina (goriva, vina) ili plina

Zdravstveni automobili upotrebljavaju se za prijevoz bolesnika, za pokretne ambulante opće prakse i zubne stanice, za rendgenske preglede pa i za kirurške hitne operacije. Posebna su vrst automobili za raskuživanje i sl. Zdravstveni automobili moraju po međunarodnim propisima nositi oznaku crvenog križa, a u hitnim vožnjama imaju okretljivo modro svjetlo koje bljeskanjem upozorava druga vozila da im ustupe prednost.

Srednji kamion-hladnjača za lako pokvarljivu robu (meso i ribu)



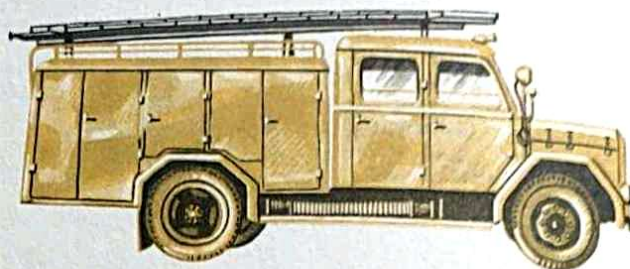


Teški kamioni za prijevoz i automatsko istresivanje sipkog tereta



Specijalni automobili upotrebljavaju se za obavljanje različnih radova, pa ih stoga ima mnogo vrsti, a i dalje se neprestano izrađuju novi modeli. *Cisterne* služe za prijevoz tekućina (benzina, plinskog ulja, petroleja, vode, vina, kiselina, melase itd.), plinova i sipkog tereta (cementa, ugljene prašine, čađe i sl.). *Vatrogasni automobili* opremljeni su jakim štrcaljkama, cisternama za vodu, štrcaljkama i cisternama za kemijska sredstva koja stvaraju pjenu za gašenje požara, visokim ljestvama, dizalicama, opremom za spasavanje itd. *Televizijski* i *radio-automobili* služe za pokretnu tele-

vizijsku, radarsku i radio-službu. U skupinu specijalnih automobila idu automobili za pranje i čišćenje ulica, za podizanje i izbacivanje snijega, za odvoženje smeća, za polijevanje cesta, za isisavanje mulja iz uličnih kanala, za polaganje uličnih podzemnih kabela, za kontrolu i popravak električnih zračnih vodova za tramvaje i trolejbuse, za kopanje jaraka, za bušenje dubokih bunara i sl. Posebna su vrst specijalnih automobila pokretne radionice, trgovine, knjižare, kuhinje, izložbe, razglasne i kinematografske postaje, pekarnice, laboratoriji, elektrane i sl.



Vatrogasni automobil za prijevoz šest vatrogasaca, opremljen opružnim ljestvicama i spravom za gašenje zapaljenih tekućina pjenom



Teški tegljač s mješalicom za beton

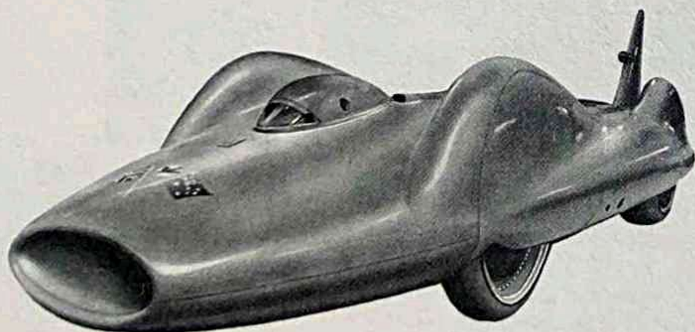
Automobili za osvajanje svjetskih rekorda su osobita vozila građena samo za nekoliko posebnih vožnji na ravnicama zbog osvajanja svjetskog rekorda brzine. Automobili ove vrsti teški su danas oko 9000 kg i imaju motore na mlazni pogon.

Trkači automobili služe za automobilske utrke i vožnje za osvajanje rekordnih brzina. Oni se dijele u kategorije po posebnim formulama i imaju motore jače od 200 KS.

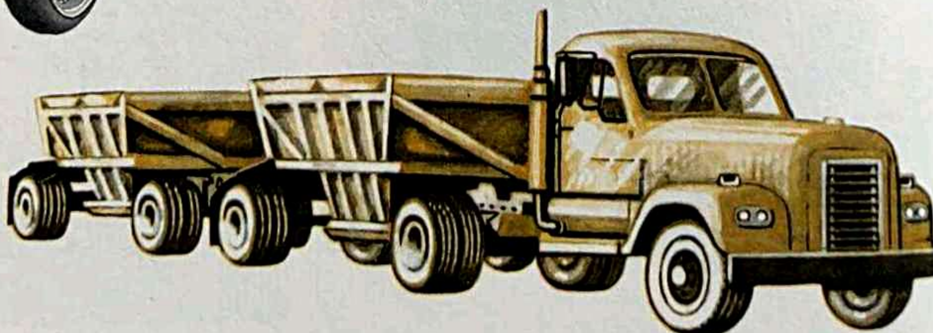


Auto-dizalica podizne snage od 30 tona

Traktor je radno motorno vozilo. Najviše se upotrebljava u poljoprivredi (oranje, drljanje i sl.). Ima jak dizel-motor koji je i čvrst jer se pri radu mnogo opterećuje. Stoga su zapremine cilindara i hodovi klipova veći, a brzina okretanja koljenaste osovine manja (500—2000 okretaja u minuti). Traktor ima običnu spojku, kardan i mjenjač sa 4—6 brzina za sporo tegljenje na oranici i za bržu vožnju na cesti). Stražnji su kotači veliki, teški i rebrasti radi boljeg trenja, a prednji su maleni i glatki radi lakšeg upravljanja vozilom.



Campbellov trkaći automobil Bluebird II za osvajanje apsolutnih rekorda



Nasjedni traktor s prikolicom za prijevoz ugljena, zemlje, šljunka ili rude

VOJNA OKLOPNA VOZILA

Vojska upotrebljava sve vrsti motornih vozila, ali uz to još i oklopna, od kojih su najvažniji tenkovi, transporteri i oklopni automobili.

Oklopni automobil. Kad su se potkraj XIX st. pojavila automatska brzometna oružja, pješaci su trpjeli u ratu velike gubitke. Da se zaštite borci i unište neprijateljska gnijezda, upotrijebljeni su 1901. u britansko-burskom ratu kamioni zaštićeni 4 mm debelim čeličnim pločama. Rusi su u rusko-japanskom ratu 1905. upotrebljavali automobile s oklopnom okretljivom kulom na kotačima s punim gumama, koji su se mogli kretati samo cestama. Slab oklop jedva je štitio posadu od puščanih zrna. U drugome svjetskom ratu dostigli su oklopni automobili težinu do 13 t. Nosili su 2 topa od 8 i od 50 mm i oklop debeo 7—60 mm. Dizel-motor od 160 KS tjerao ih je brzinom do 90 km na sat, a mogli su voziti najdalje do 600 km bez popune goriva. Neke države više ne grade takve automobile nego ih nadomješćuju lakim tenkovima ili oklopnim transporterima.

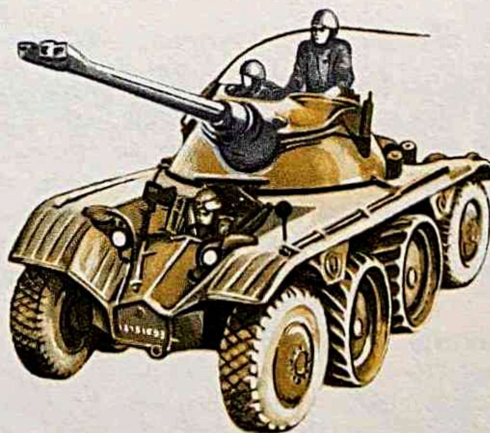
Moderan oklopni automobil ima velike kotače s veoma rebrastim pneumaticima, pa se može kretati i izvan putova. Motor tjera svaki kotač posebno tako da se u blatu i na snijegu ne može jedan kotač okretati na mjestu, kao na automobilu s diferencijalom. Automobil se upravlja volanom kojim se zakreću sva četiri kotača. Posebnim stražnjim volanom zakreću se stražnja dva kotača kojima se automobil upravlja pri vožnji natraške. Prednost je takvog uređaja da se automobil ne mora okretati na uskom putu. Zbog toga su u posadi uvijek dva vozača. Oklop je od najžilavijeg čelika koji štiti posadu i od granata do kalibra od 30 mm. Trup je nizak (2 m) kako bi čitav automobil pružao što manji cilj. Svi se otvori mogu zatvoriti zabrtvljenim kapcima radi zaštite od radioaktivnih zraka. Oklopni automobil naoružan je automatskim topom od 75 mm koji izbacuje vrlo mnogo metaka u minuti početnom brzinom od 1000 m u sek. i može biti uređen za plovidbu po vodi; tada ga nose 4 gumena plovka, a tjera ga vijak brzinom od 5 km na sat.

Tenk je dobio ime po posudi za vodu. Ona se na hinduskom jeziku zove tanh, a odatle englesko ime *tank* (č. tenk) koje su upotrijebili Englezi 1915. zbog tajnosti, kako bi radnici koji su izrađivali pojedine dijelove mislili da izrađuju tankove za prijevoz nafte. Tenkove su prvi upotrijebili Britanci 1916. u bitki na rijeci Sommi, a 1917. imali su ih i Francuzi. U bitki kod Cambraia (Kambrea) 1917. borilo se već 476 savezničkih tenkova. Nijemci su tenkove uvrstili u borbu tek 1918. Tenkovi su u to doba težili oko 30 t i nosili oklop debeo 30 mm. Bili su naoružani s 1—2 topa od 57 ili 75 mm i 2—6 mitraljeza, a u posadi je bilo 6—8 ljudi. Kretali su se brzinom od samo 8 km na sat; akcioni radijus nije bio veći od 500 km.

Zbog sve veće probojne snage modernih puščanih i topovskih zrna, tenkovi su se morali naglo usavršavati. Potkraj drugoga svjetskog rata oklop je dosegao debljinu do 180 mm, a kalibar topa 88 mm. Njemački tenk *Tiger VI* bio je naoružan jednim topom od 88 mm, američki *Sherman* (Šerman) nosio je top od 75 mm, a sovjetski *Vorošilov*, tada najbolji na svijetu, top od 76 mm.

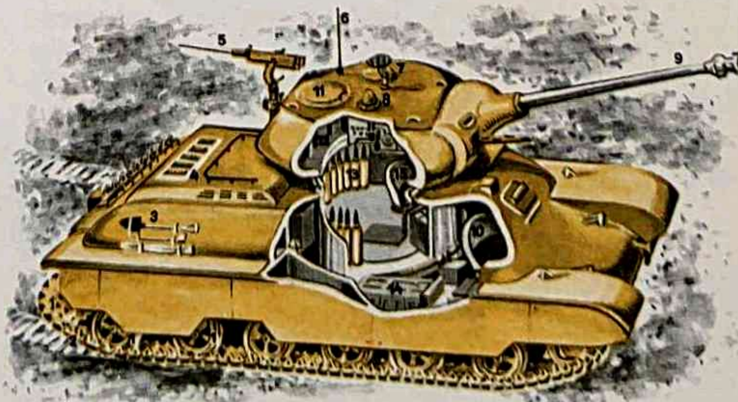
Nijemci su od 1939. do 1942. upotrebljavali tenkove za munjeviti rat; prodirali su velikom brzinom duboko u neprijateljski teritorij, stvarali su velike klinove, okruživali armije i obarali se na njih iz obuhvata. Kasnije su im sve prodornije sovjetske granate i sovjetski tenkovi zaustavili nadiranje, a poslije 1943. prisilili ih na obranu i bijeg.

Tenk se kreće na gusjenicama, koje se pomiču preko čeličnih kola. On ima okretljivu kulu s otvorima za top, mitraljeze i za izviđanje. Poneki su otvori pokriveni osobitim staklom koje ne mogu probiti puščana zrna i manji komadi granata. Oklop je izrađen od najžilavijeg čelika i

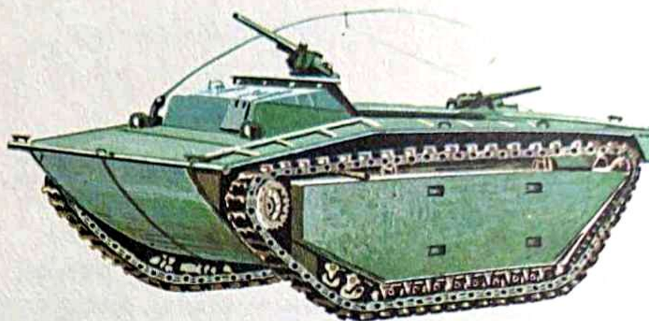


Francuski oklopni automobil »EBR 75« iz 1954. Težina 15 tona, posada 4 čovjeka, naoružanje 1 top od 75 mm, snaga motora 100 KS, najveća brzina 100 km na sat, polumjer kretanja 600 km, oklop 40 mm

Tenk: 1. kotači, 2. gusjenica, 3. alat, 4. motorni prostor, 5. teški mitraljez, 6. radio-antena, 7. antena radara, 8. signalno svjetlo, 9. top, 10. upravljačko mjesto, 11. mitralješčev otvor, 12. mitraljeska municija, 13. granate, 14. akumulatori, 15. sjedište za topnika



zakošen ili zaobljen tako da ga granate ne pogađaju pod kutom većim od 60°. (Pod manjim upadnim kutom granate odskaču.) Moderni su tenkovi niski kako bi ih se što teže pogodilo u borbi. Zbog toga u nekima vozač upravlja gotovo ležeći. Tenk se okreće kočenjem desne ili lijeve gusjenice, pa je vrlo okretljiv. Kočnice se pritežu ručnim polugama. Za međusobnu vezu upotrebljava se radio-telefon. Neki su tenkovi uređeni da mogu ploviti preko rijeka (amfibije). a drugi, osobito najteži, posve su nepropusni pa



Gore: američki amfibijski transporter »LVTA 2« iz 1954. od 12 tona. Ima bočne plovke, 2 mitraljeza, 2 vijka; plovi brzinom od 12 km/sat



Lijevo: britanski laki transporter za kolonijalnu službu iz 1962. Prevozi 12 vojnika s potpunom opremom. Naoružan je sa 4 mitraljeza i uređen je za tegljenje topova i vojnih teretnih transportera

voze po riječnom dnu, a iz vode proviruje samo jedna cijev u kojoj je zapovjednik; kroz nju ulazi i zrak za disanje posade i zrak za dizel-motor ili plinsku turbinu. Kad tenk iziđe iz vode, cijev se uvuče u trup kao teleskop. Protiv radioaktivnih zraka tenkovi su nepropusno zabrtvljeni, a u unutrašnjosti je uređaj za čišćenje zraka i klimatizaciju.

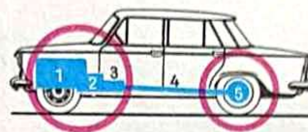
Moderni se tenkovi dijele na *lake* (do 10 t), *srednje* (10—30 t) i *teške* (30 do 70 t). Oklop je na teškim tenkovima debeo 90—130 mm. Oni nose top od 75—122 mm i 1—3 mitraljeza. Kreću se brzinom od 60 km na sat u akcionom radijusu do 400 km. Mogu se kretati i izvan putova i po vrlo lošem tlu. Mogu prolaziti kroz šume obaranjem stabala i kroz manje kuće. Najveće su im zapreke duboki i uski rovovi. Zbog toga neki tenkovi nose *šibače* (fašine), velike valjke od šiblja, koje ispuste ispred sebe i preko njih pređu rov. Ima i takvih tenkova što na sebi nose sklopljive mostove koje polažu ispred sebe preko rova.

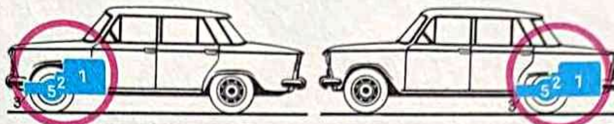
Oklopni transporter je oklopno motorno vozilo na gusjenicama za prijevoz pješaka, municije, opskrbe i dr. kroz borbene linije. Ponekad nosi i protuavionski top za obranu tenkova ili bacače plamena za onesposobljavanje bunkera. Upotrebljava se i za tegljenje prikolica i topova. Danas se oklopna pješadija bori iz oklopnih transportera kojima su bokovi zaštićeni pločama do 30 mm debljine. Transporteri nose 1—2 teška mitraljeza i malen top, a sa strane imaju proreze za gađanje puškama. Oni u borbi pomažu tenkovima. Kad tenkovi naiđu na minska polja ili na jaku protuoklopnu vatru, pješaci i inženjerci izlaze iz transportera, pa pod zaštitom posade, koja otvara vatru kroz puškarnice, uklanjaju mine, prepreke i opasnosti. Transporteri borbom štite tenkovima bokove, a pomažu im i bacačima plamena ili puštanjem dima. Transporteri se upotrebljavaju i u velikim gradovima pri pobunama i oružanim demonstracijama. Mogu biti izrađeni i kao amfibije za plovidbu preko rijeka.

Najnovija protuoklopna oružja imaju veliku probojnu snagu. Francuska puščana bomba *Strim*, s dometom od 240 m, probija oklop od 250 mm. Nove granate s plastičnim eksplozivom probijaju 4 puta deblji oklop nego što im je kalibar. Druge granate ne odskaču ni kad udare o oklop pod kutom manjim od 30°. Upravljivi projektili, koji se izbacuju sa zemlje, iz vozila i aviona sa daljine od 6 km, probijaju vertikalne ploče debele 500 mm.

Zbog sve veće probojne snage oružja mnogi misle da treba graditi samo lake tenkove koji će se štititi okretnošću, jer teški tenkovi više ne mogu ponijeti neprobojan oklop. Međutim, ipak se i dalje grade teški tenkovi. Takav je britanski *Chieftain* (čiftejn) iz 1965. težak 50 t, zaštićen oklopom od 100 mm. Nosi giroskopom stabilizirani top od 120 mm, koji izbacuje 8 metaka na min. Ima motor od 6 cilindara s kompresorom. Dostiže brzinu od 40 km na sat i daljinu od 400 km. Za 15 min, može se pretvoriti u amfibiju. Nosi reflektor za infracrvenu svjetlost, koja se ne vidi golim okom, i 4 mlaznice za maskirni dim. Cijena 4 milijuna novih dinara.

GLAVNI DIJELOVI MODERNOG AUTOMOBILA





Različite vrsti automobila prema raspodjeli pogonskih uređaja. Gore: s običnim pogonom (motor sprijeda, zagon straga). Dolje lijevo: s motorom i prigonom sprijeda. Dolje desno: s motorom i zagonom straga. 1. motor, 2. spojka, 3. mjenjač, 4 kardanska osovina, 5. pogonska osovina. Najviše ima vozila s običnim pogonom

Pojedini se tipovi automobila međusobno dosta razlikuju jer ih svaka tvornica izrađuje na način i u obliku koji se njoj čini najpogodnijim. Ipak je svaki moderni automobil sastavljen od nekoliko glavnih dijelova kojima je princip rada jednak ili veoma sličan.

Okvir automobila je kostur na kojemu leže svi dijelovi što su na njemu namješteni, a osim toga nosi putnike i teret. Okvir povezuje sve dijelove i na nj se prenose sve sile pri kretanju, kočenju i nagibanju vozila. Najobičniji je okvir na kamionima od dvije usporedne uzdužne tračnice koje su međusobno spojene čeličnim prečagama.

Osobni automobili imaju složenije okvire koji su izrađeni tako da se na njima može lakše smjestiti školjka.

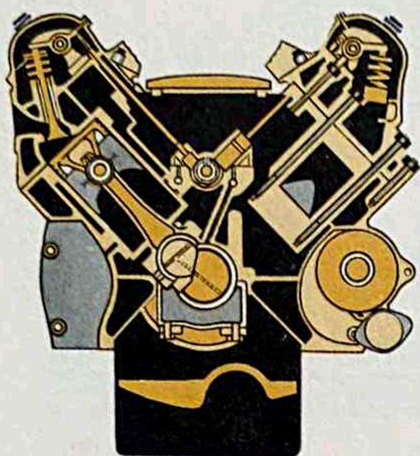
Neki osobni automobili imaju osobit pod škrinjasta oblika koji je sastavni dio okvira, a otporan je protiv savijanja.

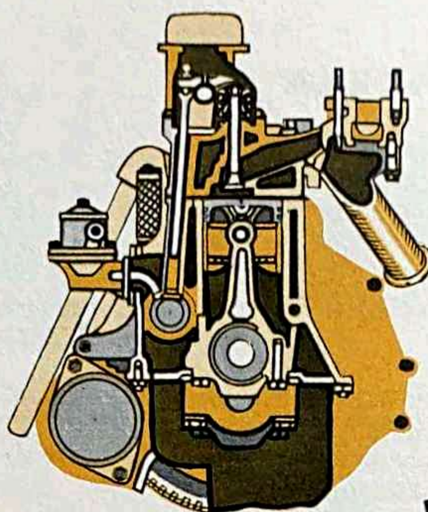
U posljednjih 15 godina grade se sve više osobni automobili i bez okvira sa tzv. *mosnom školjkom*. Čitava školjka izrađena je poput mosta od čvrstih čeličnih dijelova, pa je i bez okvira dovoljno otporna protiv savijanja. Automobili s mosnom školjkom mnogo su lakši, ali se ne mogu upotrijebiti za prijevoz teških tereta, osobito po slabim cestama s mnogo jaruga.

Motor. Za pogon automobila upotrebljavaju se oto-motori na benzin i dizel-motori na plinsko ulje. U najnovije doba iskušavaju se benzinski motori nove vrsti, plinske turbine, rakete i gorivne ćelije.

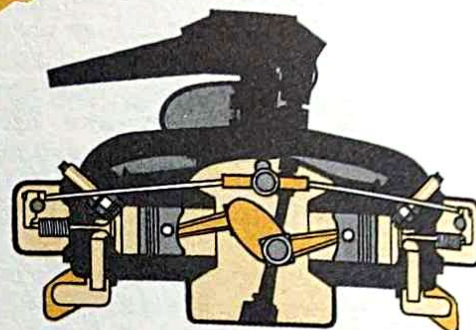
Automobilski oto-motori imaju najčešće 4 ili 6 cilindara, ali ih ima i sa 2, 3, 8 pa i 12 cilindara. Motori s više cilindara rade mirnije pa zamašnjak može biti lakši. Svaki cilindar radi

Okvir (šasija) teretnog automobila tvornice automobila u Mariboru
Dolje: samonoseća karoserija modernog automobila srednje veličine





Motori s različitim položajem cilindara. Lijevo: cilindri raspoređeni u obliku slova V, pod kutom od 90°. Sredina: uspravni cilindri u jednom redu. Desno: ležeći nasuprotni cilindri u dva reda (vodoravni bokser-motor)



kao samostalan motor, a goriva smjesa izgara u svakom cilindru u drugo vrijeme. U motoru sa četiri cilindra u isto vrijeme u jednom cilindru gorivo izgara, u drugom je ispuh, u trećemu tlačenje (kompresija) gorive smjese, a u četvrtom usisavanje.

Cilindri su na modernim automobilima izljeveni u jednom komadu, tzv. *bloku*. Motori s više od 8 cilindara imaju obično dva cilindarska bloka, smještena u obliku slova V, jedan blok leži okomito na drugi, ili vodoravno jedan nasuprot drugom (bokser-motori).

Cilindri se mogu hladiti vodom ili zrakom. Cilindri hlađeni zrakom imaju s vanjske strane duboka rebra koja povećavaju površinu cilindra, pa se ubrzava hlađenje kad zrak struji preko njih. Ima i nekoliko tipova automobila s motorima sa zračnim hlađenjem (npr. Citroën 2 CV, Volkswagen). Kako je njihov motor zatvoren u motornom prostoru, mora se stvarati umjetni propuh s pomoću ventilatora.

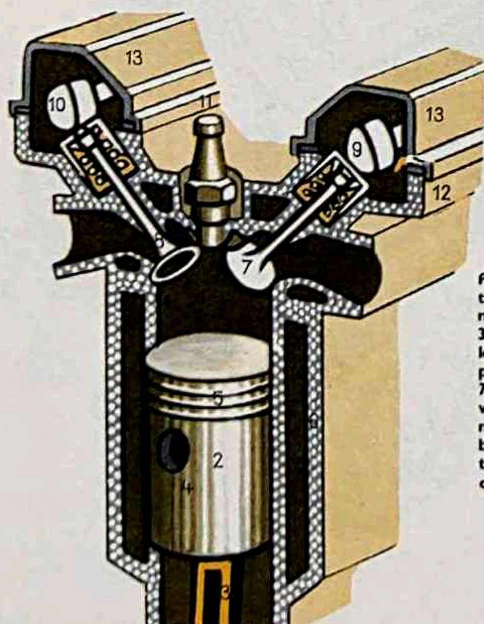
Cilindri hlađeni vodom imaju dvostruke stijene, a između unutrašnjih stijena i vanjskog plašta neprekidno protječe voda koja hladi čitav cilindarski blok. Cilindarski blok spojen je s pomoću dvije cijevi s hladnjakom za hlađenje vode. Kroz jednu cijev voda ulazi iz hladnjaka u cilindarski blok, a kroz drugu cijev izlazi iz bloka i vraća se natrag u hladnjak. Da bi voda brže kružila, umetnuta je u donju cijev *rashladna sisaljka* koja tjera vodu iz dna hladnjaka u blok motora.

Cilindri su s gornje strane zatvoreni glavom koja je pričvršćena za blok jakim čeličnim vijcima. Prema dolje cilindarski blok se proširuje i tvori gornji dio motornog kućišta u kojemu su različni pokretni dijelovi motora. S donje strane blok je zatvoren donjim dijelom motornog kućišta, koje ima oblik korita.

Za dovođenje gorive smjese i zraka te za ispuštanje ispušnih plinova na cilindarskom bloku služe *usisni* i *ispušni ventili*, koji mogu biti smješteni na različne načine: oni stoje ili vise sa strane, odozgo koso jedan uz drugoga ili jedan nasuprot drugome.

Goriva smjesa dovodi se iz *rasplinjača* (v.) u usisne ventile na motoru kroz usisnu cijev. Plinovi izgaranja odvode se iz ispušnih ventila svih cilindara kroz ispušne cijevi od lijevana željeza koje se spajaju u jednu cijev. Ispušni plinovi izlaze iz cijevi brzinom od 900 m u sek. i stoga veoma bučno praskaju. Da bi se buka stišala, smanjuje se brzina plinova u *prigušniku*.

Klip (stap) je izrađen od aluminijske slitine u obliku čaše koja stoji u cilindru obrnuto (s gornje strane zatvorena, a s donje otvorena). Klip ima uvijek manji promjer nego što je promjer unutrašnjosti cilindra, a međuprostor se zatvara elastičnim *klipnim prstenima* koji leže u utorima.



Presjek glave cilindra četverotaktnog benzinskog motora: 1. cilindar, 2. klip, 3. klipnjača (stapajica), 4. klipni svornjak, 5. klipni prsteni, 6. plašt cilindra, 7. ispušni ventil, 8. usisni ventil, 9. grebenasta osovina ispušnih ventila, 10. grebenasta osovina usisnih ventila, 11. svjećica, 12. glava cilindra, 13. poklopci glave

Prsteni brtve cilindre tako da plinovi ne mogu prodrijeti iznad klipa u prostor ispod klipa i u kućište motora.

Na klipu su dva pojačanja na mjestima gdje su izrađena dva provrta kroz koja prolazi klipni svornjak. Na klipni svornjak nataknuta je mala hvataljka klipnjače.

Klipnjača (stapajica) je motka od čvrstoga kovanog čelika sa dvije hvataljke. Gornja manja hvataljka drži se za *klipni svornjak*, a donja hvataljka, izrađena od dvije polovice, obuhvaća koljenastu osovinu.



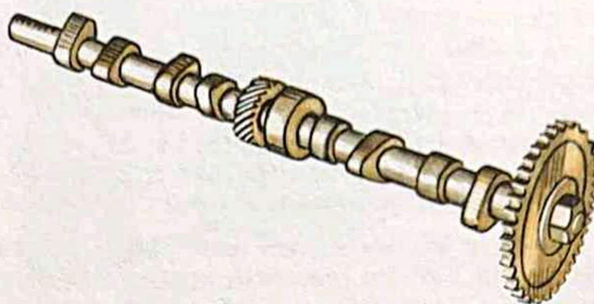
Koljenasta (radna) osovina šesterocilindarskog benzinskog motora. Šest koljena o koja hvata šest klipnjača. Nasuprot svakom koljenu nalazi se protuuteg koji uravnotežuje osovinu. Desno je zamašnjak

Koljenasta (radna) *osovina* obično ima onoliko koljena koliko motor ima cilindara. Motori sa 8 i 12 cilindara raspoređenih u obliku slova V imaju u svakom redu 4 odnosno 6 cilindara. Koljenasta osovina za takve motore od 8 cilindara ima samo četiri koljena, a za motore od 12 cilindara samo 6 koljena jer su za svako koljeno pričvršćene po dvije klipnjače.

Koljenasta osovina mora biti posve uravnotežena jer se okreće s više od 4000 okretaja u minuti, pa bi koljena što strše na jednu stranu potresala osovinu. Osovina se uravnotežuje protuutezima koji su iskovani s njom u jednom komadu. Kad takvu osovinu postavimo između dva šiljka, možemo je okrenuti u bilo koji položaj, i ona će ostati u položaju u kojem je bila kad smo je zaustavili.

Na stražnjem kraju koljenaste osovine nalazi se *zamašnjak* koji umiruje rad motora. Na njegovu je obodu nazubljeno kolo u koje zahvaća zupčanik električnog pokretača pri upućivanju motora.

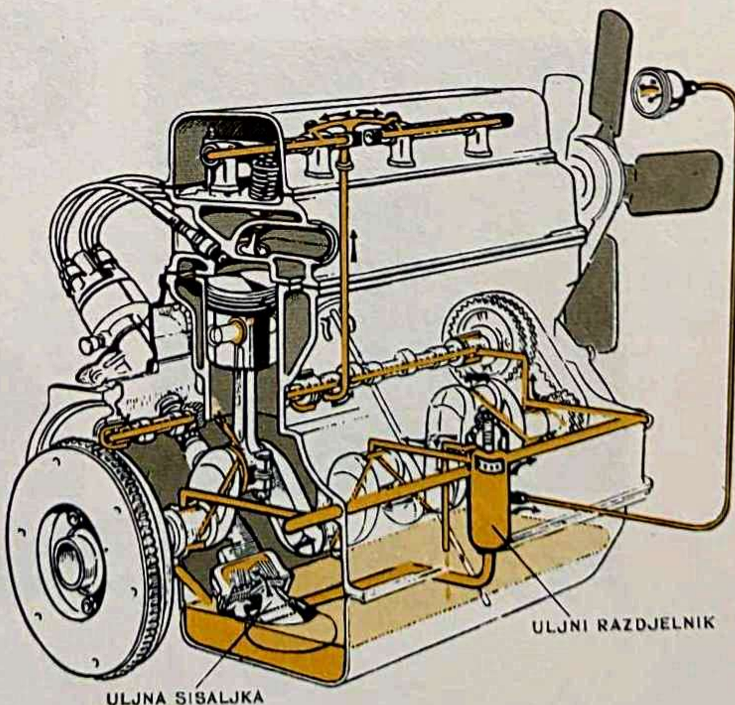
Razvodna osovina u motoru otvara i zatvara usisne i ispušne ventile u tačno određenim trenucima i utvrđenim redom. Ona razvodi svježu gorivu smjesu u cilindre i ispušta iz njih ispušne plinove.



Razvodna (grebenasta) osovina s grebenima koji utiskuju podizače ventila. Mali zupčanik okreće osovinu uljne sisaljke. Veliki zupčanik i osovina okreću se dva puta sporije nego radna osovina

Razvodna osovina ima na sebi ispupčene grebene, zato se ponekad naziva i *grebenastom osovinom*. Ona ima onoliko grebena koliko ima ventila koje treba otvarati. Tako u motoru sa 4 cilindra razvodna osovina ima 8 grebena, i to 4 za otvaranje usisnih i 4 za otvaranje ispušnih ventila. Razvodnu osovinu okreće najčešće koljenasta osovina s pomoću lančanika (nazubljenih kola) i spojnog lanca.

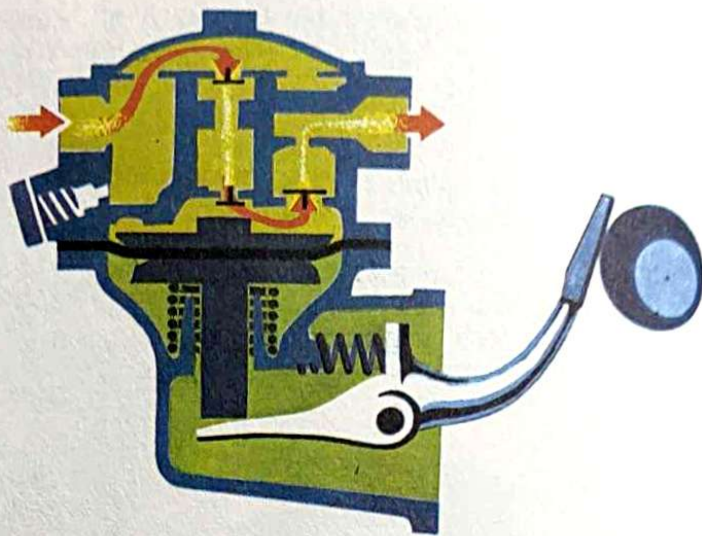
Podmazivanje motora. Na razvodnoj osovini nalazi se obično posebni zupčanik koji služi za pogon *uljne sisaljke*. Ta je sisaljka u donjem dijelu motornog kućišta u kojemu se nalazi mazivo ulje. Sisaljka usisava ulje na dnu kućišta, tjera ga kroz *čistilo* (filtar) gdje se pročišćava, a odanle u ležaje i u cilindre gdje se podmazuju svi dijelovi koji se okreću ili gibaju. Na svakom motoru postoji otvor za ulijevanje ulja u kućište. Visina ulja u kućištu kontrolira se *šipkom*. Pri njezinu donjem kraju urezane su dvije crtice; donja označuje najnižu dopuštenu razinu ulja, a gornja crtica pokazuje najvišu razinu. Kad se šipka izvuče iz motora, na njoj ostane trag od ulja, pa se po njemu vidi da li je razina ulja u kućištu dovoljno visoka.



Uređaj za podmazivanje motora uljnom sisaljkom. Ulje se nalazi na dnu motornog kućišta. Sisaljka je uronjena u ulju i zaštićena sitom. Kad motor radi, sisaljka potiskuje ulje kroz filtar, razvodne cijevi i kanale u ležaje osovina i klipnjača (ojnica). Nadalje, ulje prolazi kroz klipnjače i svornjake klipova te podmazuje cilindre. Posebna cjevčica odvodi ulje i u tlakomjer (manometar) koji pokazuje tlak u uljovodu te na vrijeme upozorava vozača kad u podmazivanju motora nastane zastoj koji treba odmah otkloniti

Uljna sisaljka je vrlo jednostavna. Sastavljena je od kućišta i dva zupčanika. Jedan zupčanik okreće razvodna osovina preko prenosnika, a drugi se zupčanik tjera prvim zupčanikom u obratnom smjeru. Zupci na jednoj strani hvataju ulje, na drugoj strani ga tlače kroz cijevi u čistilo i u one dijelove motora koje treba podmazivati.

Ulje se u kućištu motora mora izmijeniti poslije svakih 3000 km prevaljena puta jer se dužom upotrebom ono kvari i od čađe postaje tamnije. Ispravnost podmazivanja motora kontrolira se tlakomjerom za ulje koji se nalazi na upravljačkoj ploči s instrumentima ispred vozača. Ako pritisak ulja nije ispravan, u automobilu se na ploči upali crvena žaruljica.



Sisaljka za benzin s elastičnom membranom, koju pomiče dvokraka poluga koja se oslanja na grebenastu osovinu. Kako greben polugom podiže i spušta membranu tako ona crpe benzin i tlači ga u rasplinjač

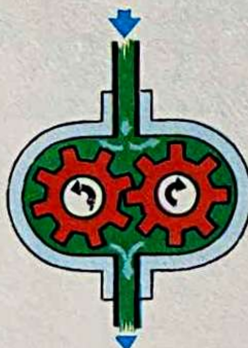
Rezervoar za benzin je posuda u kojoj se obično nalazi benzin za 400 km puta. Na vrhu rezervoara je otvor za punjenje, ali na rezervoaru mora postojati i malen otvor koji služi kao odušak za zrak. U nekim se automobilima rezervoar za benzin nalazi sprijeda u prednjem prostoru za prtljag i odatle se odvodi jednom cijevi kroz čitavo vozilo do motornog prostora na stražnjem dijelu, a u nekima je motor sprijeda, a rezervoar straga.

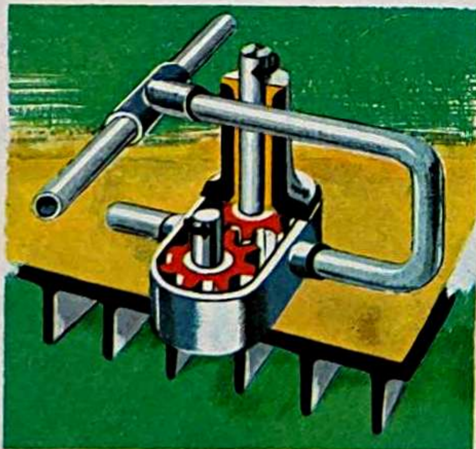
Sisaljka za benzin usisava benzin iz cijevi kojom dolazi iz rezervoara i tlači ga u rasplinjač motora. Ona je sastavljena od kućišta, dva ventila i elastične membrane s motkom i polugom. Kako razvodna osovina svojim grebenom potiskuje jedan kraj poluge u sisaljci, tako drugi krak poluge spušta i podiže membranu. Kad se membrana spusti, povrh nje se stvori zrakoprazan prostor, pa benzin ulazi u sisaljku kroz ulazni ventil. Kad se membrana podiže, povrh nje se stvara tlak, zatvara se ulazni ventil, a otvara izlazni ventil, pa benzin kroza nj izlazi iz sisaljke u rasplinjač.

Rasplinjač je uređaj koji raspršuje benzin u maglu veoma sitnih kapljica i miješa ga sa zrakom u tačno određenu omjeru. Benzin se raspršuje u brzoj struji zraka koja nastaje u usisnoj cijevi motora kad se klip spušta u cilindru od gornje prema donjoj mrtvoj tački i usisava zrak poput neke sisaljke.

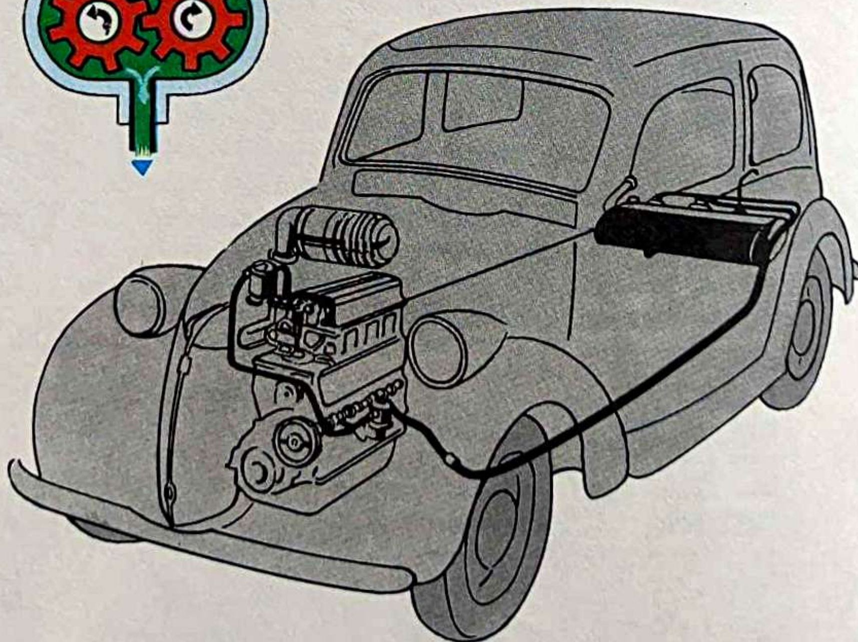
Kako se benzin raspršava u rasplinjaču, objašnjava nam ovaj pokus: u čašu s vodom utaknemo

U uljnoj sisaljci su dva zupčanika. Kad motor radi jednog od njih okreće uspravna osovinica. Drugog tjera prvi zupčanik. Zupci zahvataju ulje izvan sisaljke i tjeraju ga cijevima u sve ležaje





Desno: dovod benzina. Rezervoar se može nalaziti iznad ili ispod razine rasplinjača. Ako je iznad rasplinjača, benzin pritječe slobodnim padom. Ako je ispod te razine, dovodi ga sisaljka za benzin



uspravnu cijev i uz nju pričvrstimo drugu vodoravnu cijev. Voda je u uspravnoj cijevi u istoj razini kao u čaši. Ako kroz vodoravnu cijev pušemo, počne na vrhu uspravne cijevi zrak brzo strujati, i tlak pada. Zbog toga se voda u uspravnoj cijevi podiže do vrha, a zrak otkida sitne kapljice vode i odnosi ih kao finu maglu.

Na tom principu djeluje i rasplinjač benzina u motoru. Najjednostavniji rasplinjač sastavljen je od komore za plovak i cijevi rasplinjača sa sapnicom. Benzin tjeran sisaljkom dolazi u komoru plovka kroz dovodnu cijev koja se zatvara ventilom u obliku igle. Čim razina benzina u komori padne, plovak se spusti i ventil se otvori, ali čim se razina benzina u komori podigne, digne se i plovak te svojom iglom zatvori dovod benzina. Stoga je benzin u komori uvijek na istoj razini, a to je važno jer bi se benzin prolijevao iz sapnice kad bi razina bila odviše visoka, a ne bi se rasplinjavao kad bi razina bila preniska.

Cijev rasplinjača ima s gornje strane prirubnicu kojom se s pomoću vijaka spoji za usisnu cijev motora, a s donje strane je otvorena kako bi u nju mogao slobodno ulaziti zrak.

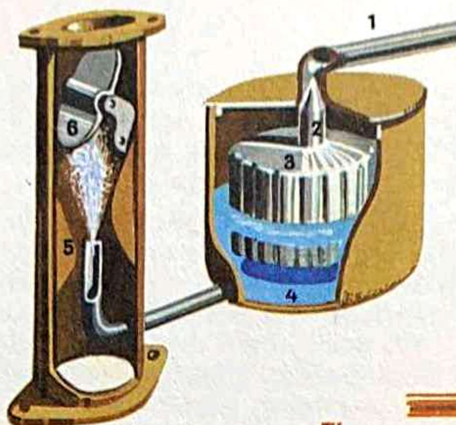
U sredini cijevi rasplinjača nalazi se *sapnica* (cjevčica na vrhu sužena) koja ima vrlo malen i tačno izbrušen otvor. Budući da se benzin to bolje raspršuje što je strujanje zraka brže, cijev je rasplinjača oko sapnice sužena. Time se određenoj količini zraka koji prolazi kroz cijev u uskom dijelu oko sapnice povećava brzina, i tako se bolje raspršuje benzin koji se dobro izmiješao sa zrakom u širem dijelu cijevi.

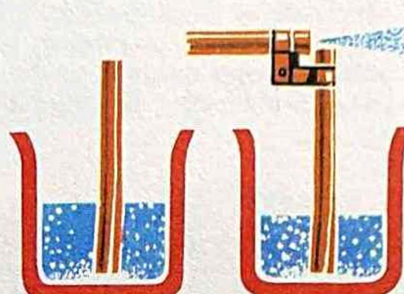
Snaga (brzina okretanja) motora regulira se *leptirom* (zaklopcem), koji je s pomoću poluga spojen s *nožnom polugom* (pedalom) *ubrzavača*. Kad je leptir posve otvoren, u cilindre ulazi najviše gorive smjese, pa motor radi najvećom snagom. Zatvaranjem leptira smanjuje se količina usisane smjese, pa se smanjuje i brzina okretanja motora.

U rasplinjaču se benzin miješa sa zrakom, i to na 1 kg benzina dolazi oko 15 kg zraka. Prema tom omjeru određuje se za svaki motor tačan promjer otvora na sapnici.

U rasplinjačkoj cijevi nalazi se i *prigušivač* (engl. choke, č. čok), kojim se zatvara cijev samo dok se pokreće i pali hladan motor.

Uređaj za hlađenje motora. Izgaranjem gorive smjese u cilindrima stvara se temperatura do 2000°. Tako visoka temperatura djelovala bi štetno na stijene cilindara i na stapove jer se željezo tali već na 1400°, a aluminij na 680°. Zbog toga treba motor hladiti kako bi se hlađenjem odvodila suvišna toplina. Cilindri se mogu hladiti na dva načina: zrakom i vodom.





Gore: rasplinjač benzina. Plovak regulira razinu benzina u komori. Više ili manje otvoren leptir propušta više ili manje zraka, a stapovi u cilindrima usisavaju više ili manje gorive smjese iz cijevi. 1. dovod benzina, 2. igla, 3. plovak, 4. posuda, 5. cijev rasplinjača sa sapnicom i suženjem radi povećanja brzine strujanja, 6. leptir

Dolje: raspršivanje tekućine iz posude cjevčicom i sapnicom.

Pri hlađenju zrakom suvišna se toplina odvodi s vanjskih strana cilindara zrakom koji struji oko njih. Cilindri se to bolje hlade što im je veća vanjska površina. Zbog toga se oni lijevaju tako da im je vanjska stijena puna visokih rebara. Što su rebra veća i što ih je više, to se cilindri bolje hlade, ali treba da i zrak struji oko njih velikom brzinom. Međutim, kad se vozi dugim usponom i motor razvija najveću snagu, automobil se obično sporije kreće pa je strujanje zraka slabije, a cilindri se najjače griju. Da bi se uklonio taj nedostatak, uz motor se ugrađuje osobiti ventilator kojim motor sam pojačava strujanje zraka oko cilindara. Motori sa zračnim hlađenjem bolje se hlade zimi. Ljeti se obično jače griju nego motori hlađeni vodom. Viša to-

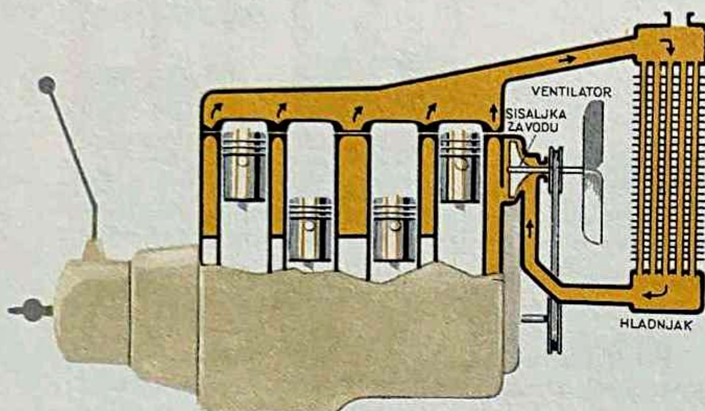


Cilindar motora hlađen zrakom mora imati što veću vanjsku površinu kako bi se moglo što više suvišne topline odvoditi zrakom što struji oko njega. Zbog toga su takvi cilindri izvana puni tankih ali dubokih rebara

plina utječe na podmazivanje motora, stoga motori hlađeni zrakom troše mnogo ulja. Zbog tih nedostataka veliki se motori hlade vodom. Mo-

tor sa zračnim hlađenjem ima ipak i neke prednosti: zahtijeva manje brige jer ne treba neprekidno kontrolirati količinu vode u hladnjaku; zimi nema opasnosti od smrzavanja.

Na motoru koji se hladi vodom cilindri su zatvoreni vanjskim plaštem, a prostorom između cilindara i plašta neprekidno protječe voda. Ona oduzima cilindrima suvišnu toplinu i stoga se grije. Vruća voda zatim odlazi u poseban hladnjak gdje se hladi zrakom. Ohlađena voda ponovno se vraća u prostor između cilindara i plašta. Tu opet oduzima suvišnu toplinu, ponovno odlazi u hladnjak i tako neprekidno kruži između



Hlađenje motora hladnjakom, sisaljkom za vodu i ventilatorom

cilindarskog plašta i hladnjaka sve dok se ne zaustavi motor.

Da bi voda što brže kružila kroz uređaj za hlađenje obično se između hladnjaka i motora ugrađuje sisaljka za vodu. Ona usisava ohlađenu vodu iz hladnjaka i jednom je cijevi tjera velikom brzinom u prostor između cilindara i plašta. Drugom se cijevi voda vraća opet natrag u hladnjak.

Hladnjak je sastavljen od gornje i donje posude koje su ispunjene vodom i međusobno spojene s vrlo mnogo bakrenih kanalića oko kojih struji zrak tjeran ventilatorom. Veoma je važno da kroz hladnjak struji što veća količina zraka i da spojni kanalići imaju što veću površinu. Gornja posuda ima otvor za nadolijevanje vode i odušak za paru, a donja posuda otvor s čepom da se može ispustiti voda iz hladnjaka.

Motoru koji se hladi vodom najveća je opasnost smrzavanje vode, kad zimi pri temperaturi zraka ispod ništice motor neko vrijeme ne radi. U takvim se prilikama smrzne voda u hladnjaku, u sisaljki, u plaštu i u svim cijevima. Zbog širenja leda popuca plašt oko cilindra, a može puknuti i sam cilindar. Obično nastane kvar i u hladnjaku. Da se spriječi smrzavanje, treba vodi dodati određeni postotak posebne tekućine (antifriz), koja tekućini snižava ledište na oko —20° do —25°C. Ako prijeti još niža temperatura, treba iz motora i hladnjaka ispustiti svu vodu. Međutim, prije pokretanja motora treba hladnjak napuniti mješavinom vode i antifriza, koja se prije toga mora ugrijati.

Električni uređaj na automobilu obuhvaća električni akumulator i dinamo-stroj koji proizvode struju, električni pokretač kojim se upućuje motor, uređaj za paljenje kojim se pali goriva smjesa u cilindrima, te uređaj za rasvjetu i signalizaciju.

Svaki automobil ima malu električnu centralu koja daje električnu energiju. Kad motor ne radi, struju daje električni akumulator, a kad motor radi, struju proizvodi dinamo-stroj što ga pokreće motor automobila.

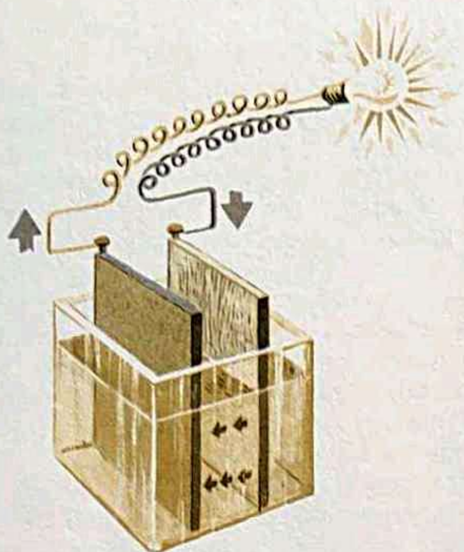
Dinamo-stroj daje za vrijeme vožnje električnu struju potrebnu za različne električne uređaje, za rasvjetu i signalizaciju na automobilu, ali istodobno i puni akumulator. Budući da je čitav električni uređaj na automobilu građen za napon od 6 ili 12 volta, mora i dinamo biti tako izrađen da uvijek daje tačno određen napon. Isto tako dinamo mora davati struju one jakosti u amperima koja je u određenom trenutku potrebna električnim uređajima. Osim toga, punjenje akumulatora mora prestati čim je on napunjen strujom jer kad bi se i dalje punio, ploče bi se u ćelijama pokvarile (prevukle olovnim sulfatom).

Zbog tih razloga namješteni su u automobilu i posebni *regulatori* koji automatski reguliraju napon i jakost struje i prekidaju punjenje akumulatora kad je to potrebno.

Akumulator je poseban galvanski element koji se može ponovno napuniti električnom strujom kad se isprazni.

Obični galvanski element ima dvije ploče od različnih kovina koje su uronjene u kiselinu. Kad se takve ploče spoje volt-metrom, instrument po-


Gore: rashladna centrifugalna sisaljka za vodu. Desno: hladnjak sastavljen od bakrenih cjevčica

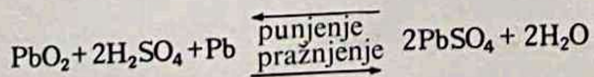


kazuje da kroza nj teče električna struja. Struja će teći dotle dok se kovinske ploče ne istroše; tada ih treba zamijeniti.

Akumulator kakav se upotrebljava na automobilima ima olovne ploče uronjene u razrijeđenu sumpornu kiselinu, ali one se za rada ne troše, nego se samo kemijski mijenjaju. Kad je akumulator napunjen električnom strujom, ploče nisu jednake; pozitivna ploča je od olovna oksida, a negativna od čista olova. Zbog toga što su kemijska svojstva tih ploča različita u elektrolitu (sumpornoj kiselini) stvara se električna struja.

Pri trošenju električne struje iz akumulatora sumporna kiselina se kemijski rastvara i spaja s pločama, pa se one polako pretvaraju u olovni sulfat. Kad se obje ploče pretvore u olovni sulfat, tj. kad postanu jednake, u akumulatoru se više ne stvara električna struja jer je akumulator ispražnjen.

Kad se ispražnjeni akumulator spoji s nekim izvorom električne istosmjerne struje, on se opet puni. Pri punjenju struja teče kroz kiselinu od pozitivne prema negativnoj ploči, a pod utjecajem električne struje ploče se ponovno mijenjaju. Negativna se ploča od olovnog sulfata pretvara u olovo, a pozitivna u olovni oksid. U tom procesu oslobađa se sumporna kiselina koja se vezivala uz ploče za vrijeme dok se akumulator praznio. Kemičari bilježe proces koji se događa pri punjenju i pražnjenju akumulatora ovako:

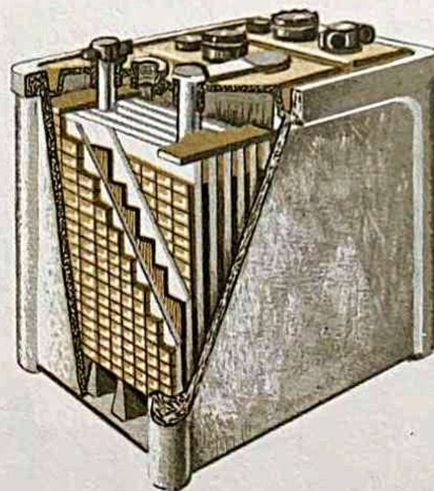


$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \underset{\text{pražnjenje}}{\overset{\text{punjenje}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O$$

Napon jednog elementa (ćelije) u akumulatoru iznosi 2 volta, a kratko vrijeme poslije završenog punjenja 2,8 volta, ali taj napon ne traje dugo. Kad poslije upotrebe akumulatora napon padne na 1,8 volta, treba obustaviti pražnjenje jer bi se inače oštetile ploče.

Električni uređaj na automobilima zahtijeva veću napetost od 2 volta. Na osobnim automobilima je napon od 6 ili 12 volta, a na teretnim automobilima s dizel-motorom i 24 volta. Takvi se naponi mogu dobiti spajanjem većeg broja akumulatorskih ćelija u seriju. Pri serijskom spajanju povezuju se međusobno raznoimeni polovi pojedinih ćelija, tj. pozitivni pol prve ćelije spaja se s negativnim polom druge ćelije, pozitivni pol druge ćelije s negativnim polom treće ćelije itd.

Lijevo: galvanski element sa 2 olovne ploče. Dolje: olovni akumulator s mnogo ploča koje su razdvojene mnoštvom neutralnih separatora



Više elemenata (ćelija) koji su spojeni na taj način čine *akumulatorsku bateriju* (akumulator). Tako je npr. akumulatorska baterija od 12 volta, kakva se upotrebljava u »Zastavi 750«, sastavljena od 6 akumulatorskih ćelija od 2 volta.

Napon akumulatora zavisi samo o broju ćelija, a taj broj ne djeluje na količinu električne struje koju akumulator može skupiti i davati. Ta se količina zove *kapacitet akumulatora*, a on zavisi od broja i površine ploča u svakoj akumulatorskoj ćeliji. Ako akumulator za 10 sati pražnjenja neprekidno daje količinu struje od 8 ampera, kaže se da je njegov kapacitet $10 \times 8 = 80$ amper-sati. Kapacitet je akumulatora isti kad za 80 sati daje količinu struje od 1 ampera, jer je $80 \times 1 = 80$ amper-sati.

Međutim, nije svejedno da li se akumulator prazni naglo jačom strujom ili polagano slabom strujom. Pri veoma naglom pražnjenju on daje mnogo manje struje i brže se kvari. Stoga na akumulator štetno utječe ako se često i dugo upotrebljavao električni pokretač kojim se pokrene motor jer pokretač troši veoma mnogo električne struje.

Zbog snažnih potresa akumulatori na automobilima moraju biti osobito čvrsti. Kutija je izrađena od tvrde gume. Na dnu su rebra na kojima

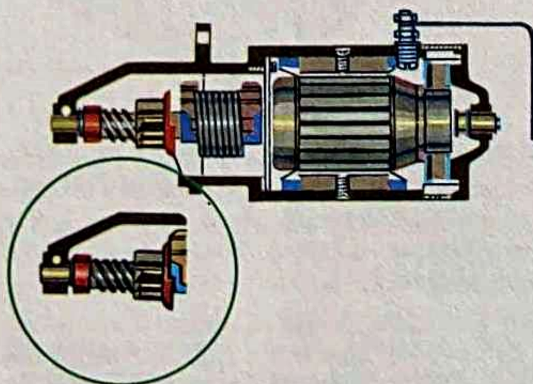
leže pozitivne i negativne ploče i separatori. Rebra služe zato da nečistoća može padati između njih na dno i da ne dodiruje ploče. Pojedine ćelije odvojene su stijenom od tvrde gume, pa je kutija akumulatora od 6 volta sastavljena od 3 posude, a kutija akumulatora od 12 volti od 6 odvojenih posuda u jednom okućju.

Svaka ćelija ima odozgo poklopac i grlo za ulijevanje kiseline i destilirane vode kojom se kiselina razrjeđuje. Grlo je zatvoreno čepom od plastične mase ili gume, a u njemu je rupica kroz koju izlaze plinovi kad se akumulator puni.

Kako kapacitet akumulatora zavisi od površine ploča, u svakoj ćeliji smješteno je više pozitivnih i negativnih ploča. Sve pozitivne i sve negativne ploče vezane su *polnim mostićima*, pa te dvije skupine djeluju kao dvije ploče velikih površina. Pozitivne ploče izrađene su od tvrda olova rešetkasta oblika, a u rešetke je utisnut olovni oksid. I negativne su ploče od tvrda olova rešetkasta oblika, ali u rešetke je utisnuto fino spužvasto olovo. *Separatori* (odvajači) su ploče od valovite tvrde gume ili od rešetkaste plastične mase, a umeću se između olovnih ploča zato da spriječe dodir a time i kratki spoj između pozitivnih i negativnih ploča.

Električni pokretač. Do 1912. motor se na automobilu morao pokrenuti okretanjem ručke koja bi se utaknula s prednje strane automobila u koljenastu osovinu motora. Bio je to naporan pa i prilično opasan posao. Vrlo često motor bi samo jedanput ili dvaput zaklopotao i opet stao, pa je trebalo još nekoliko puta velikom snagom okretati ručicu. Ponekad se opet događalo da je motor pri paljenju udario pola okretaja unatrag, pa ako čovjek nije bio vješt i oprezan, poluga mu je mogla lako slomiti palac ili podlakticu. Jedan od glavnih uzroka što žene još u to doba nisu upravljale samostalno automobilom bilo je baš to ručno upućivanje motora.

Jedna nesreća kod upućivanja motora, koju je doživio prijatelj šefa tvornice Cadillac *Henrija Lelanda*, potakla je Lelanda da je odbacio polugu za upućivanje motora i uveo električni pokretač. Leland je doznao da se tom spravom već nekoliko godina bavi *Charles Kettering* (Čarls Kitring) iz Daytona (Dejtna); pozvao ga je odmah k sebi i dao mu potrebna sredstva da svoj izum usavrši. Kettering je tu dovršio električni pokretač koji je bio sastavljen od veoma malog ali jakog elektromotora s vrlo mnogo žičanih namotaja tako da je samo kratko vrijeme mogao raditi





Gore: pokretač (uključen i isključen)

Desno: do 1912. motor se mogao pokrenuti samo vrlo opasnom ručkom

Sumporna kiselina razrijeđena je destiliranom vodom na specifičnu težinu 1,28 odnosno na 32 stupnja Bauméa (Bomea). S vremena na vrijeme treba svaku ćeliju nadolijevati destiliranom vodom tako da razina kiseline bude u svakoj ćeliji oko 5 mm iznad gornjih rubova ploča u akumulatoru.

snagom od 1 KS. Elektromotor je odgovarao svrsi jer električni pokretač i ne mora raditi više od 1 do 2 sek. Kettering je električni pokretač dovršio 1911, ali je u automobile Cadillac mogao serijski ugrađivati te sprave tek 1912. Otad su se električni pokretači vrlo brzo proširili.

Elektromotor modernoga električnog pokretača tako je uređen da se snažno pokrene u trenutku kad se okrene ključ električne uklopke. Osovina elekromotora pokrene jedan zupčanik koji se pri okretanju toliko pomakne unaprijed da zahvati zupčanik na zamašnjaku motora i tako pokrene motor. Međutim čim motor krene, zupčanik se vrati natrag, pokretač se odvoji od motora i miruje, a motor dalje radi.

Uređaj za paljenje u motoru sa šest cilindara: ključ, indukcijski svitak, razvodnik struje, šest svjećica

Uređaj za paljenje. Gorivu smjesu u cilindrima treba upaliti kako bi mogla planuti, izgorjeti i širenjem plinova potisnuti klip u cilindru prema dolje pa tako izvršiti rad. Smjesa se pali električnom iskrom. Kako je smjesa u cilindru nakon stiskanja (kompresije) stlačena na 7 do 10 atmosfera, za paljenje je potreban napon od 15 000 do 20 000 volti.

Da bi se postigao mirniji i jednoličniji rad, motori imaju obično 4 do 12 cilindara. Iz istog razloga ni goriva smjesa se ne pali u svim cilindrima u isto doba, nego izmjenično, tačno određenim redom. U četverocilindričnim motorima pali se obično redom: 1, 3, 4, 2 ili 1, 2, 4, 3.

Danas gotovo svi automobili imaju tzv. *baterijski način paljenja.* Čitav je taj uređaj sastavljen od više dijelova. *Akumulator* daje struju niskog napona, a *dinamo-stroj* puni akumulator. U *svitku za paljenje* struja niskog napona od 6 ili 12 volti pobuđuje struju visokog napona od 15 000 do 20 000 volti. *Prekidač* prekida struju visokog napona (sekundarna struja), koja u svjećici stvori iskru. *Kondenzator* upija suvišnu struju koja bi stvarala iskre na kontaktima prekidača, pa se primarna struja bez iskara lakše i brže prekida, a kontakti ne izgaraju. *Razvodnik struje* u određeno vrijeme upućuje struju visokog napona (sekundarnu struju) u svjećice onim redom kako se smjesa mora paliti u cilindrima. Na *svjećicama* preskače električna iskra koja upaljuje smjesu benzina i zraka u cilindru. *Električni kabeli* dovode električnu struju iz akumulatora u svitak za paljenje i dalje kroz razvodnik struje do svjećica.

Prekidač primarne struje i razvodnik sekundarne struje nalaze se na istoj osovini, koja ima onoliko grebena koliko motor ima cilindara jer se za svaku svjećicu mora prekinuti primarna struja posebno u određenom trenutku. Grebeni na toj osovini pri okretanju podižu i spuštaju tzv. *čekić prekidača* i time prekidaju primarnu struju onim redom kojim se redom pale i svjećice.

Svjećica je sastavljena od čeličnog tijela koje se uvije u cilindar, od porculanskog izolatora koji mora izdržati visok napon od 20 000 volti i od dvije elektrode, od kojih srednja prolazi kroz izolator, a na vrhu je narezana i nosi maticu da se na nju može pričvrstiti električni kabel. Razmak između jedne i druge elektrode na svjećici treba da bude oko 0,5 mm. Ako se za dužeg pogona taj razmak poveća, treba ga ispraviti i elektrode očistiti od čađe žičanom četkicom.



Svjećica za paljenje gorive smjese u cilindru motora

Rasvjeta automobila. Svaki automobil mora imati sprijeda dva reflektora koji su uređeni tako da mogu rasvijetliti bijelom sjajnom svjetlošću čitavu cestu daleko ispred sebe kako bi vozač i noću mogao sigurno voziti velikom brzinom. Žarulja u takvu reflektoru ima dvije niti. Jedna nit svijetli sjajnom svjetlošću prema naprijed, jer je iza nje smješteno parabolično zrcalo koje usmjeruje sve svjetlosne zrake daleko naprijed duž ceste. Druga nit gori samo onda kad se svjetlost velikih reflektora želi oboriti bliže ispred automobila tako da ne zasljepljuje oči vozačima koji dolaze s protivne strane. U tom se trenutku ugasi prva nit, a druga nit zasvijetli zasjenjena malom pločicom koja sprečava da se svjetlost reflektora ne odbija od zrcala previsoko i u daljinu.

Osim ovih reflektora svaki automobil mora imati sprijeda još dva tzv. *položajna svjetla*, koja gore uvijek kad su upaljeni reflektori s velikim ili oborenim svjetlom i to zato da automobil ne ostane samo s jednim reflektorom ako slučajno nit u jednom od reflektora pregori, jer bi se mogao zamijeniti s nekim jednotražnim vozilom (motociklom, skuterom, mopedom). Položajna svjetla bez reflektora pale se u osvijetljenim gradskim ulicama ili na izloženim parkiralištima.

Svaki automobil mora imati sprijeda s obje strane po jedno bljeskavo svjetlo (žmigavac) koje se uključuje prije okreta nadesno ili nalijevo kako bi se druga vozila i pješaci upozorili da će vozilo koje daje te signale skrenuti.

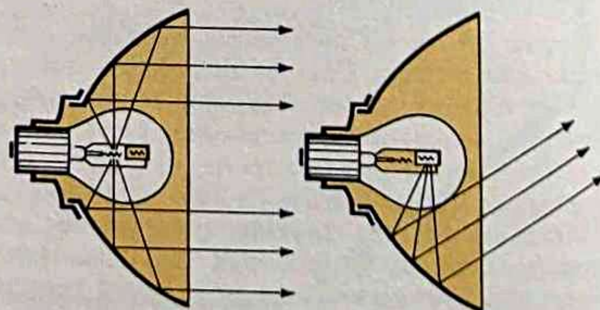
Na stražnjem kraju svaki automobil mora imati stalno bijelo svjetlo koje uvijek gori i osvjetljava ploču s registarskim brojem. Osim toga mora imati tri para crvenih svjetala: dva crvena svjetla, po jedno sa svake strane, koja gore uvijek u noći jer služe kao *stražnja položajna svjetla*; dva crvena svjetla, po jedno sa svake strane, koja se upale automatski čim se utisne kočnica (stop-svjetla); dva crvena svjetla, po jedno sa svake strane (stražnji žmigavci), od kojih jedno bljeska na onoj strani na kojoj bljeskaju i prednji žmigavci.

Automobil može (ali ne mora) nositi sprijeda dva žuta svjetla koja se upotrebljavaju kao reflektori za maglu jer žuta svjetlost prodire kroz maglu mnogo dalje nego bijela. Ako automobil nosi žuta svjetla za maglu, mora imati uvijek dva takva svjetla jer bi se jedno žuto svjetlo u magli moglo shvatiti kao da u susret dolazi jednotražno vozilo (motocikl ili sl.).

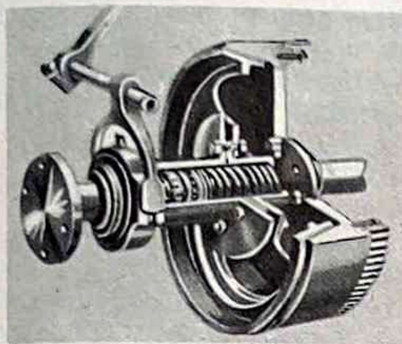
Osim ovih svjetala automobil može imati straga jedan ili dva mala bijela reflektora koja se upale samo onda kad se vozi natraške u garažu ili na parkiralište kako bi vozač bolje vidio zapreke iza svog vozila.

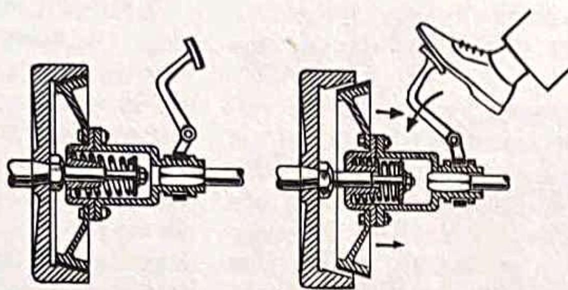
Automobili, osobito putnički (autobusi), imaju još mnogo svjetiljki u karoseriji koje se pale i gase po volji kako je putnicima ugodno. Osobni automobili imaju najmanje jednu svjetiljku u karoseriji koja se upali čim se otvore vrata. Dok su vrata zatvorena, svjetiljka se može upaliti, ali redovito ne gori jer bi tada smetala vozaču.

U modernom automobilu ima mnogo kontrolnih žaruljica koje opominju vozača na neispravno podmazivanje motora, pretjerano grijanje vode, neispravno punjenje akumulatora, nedostatak benzina i sl. Ima svjetiljki u motornom prostoru koje se upale onda kad se podigne poklopac zbog pregleda ili popravka motora.



Reflektor s velikom i s oborenom svjetlošću





Stožasta spojka. Kad se utisne pedal, stožasto se tijelo spojke odvoji od zamašnjaka, pa iako se tada motor okreće, spojka ipak miruje

Automobili koji tegle prikolice moraju kao tegljački znak nositi sprijeda na krovu žuti trokut u kojemu noću gori žuta svjetlost. Prikolica motornog vozila mora imati straga jednaka svjetla (crvena položajna, stop-svjetla i crvene žmigavce) kao što ih ima vozilo koje je tegli. Zbog toga prikolica mora biti s pomoću električnih kabela spojena s tegljačem tako da vozač može davati sve signale istodobno na tegljaču i na prikolici.

Prenosni uređaj na automobilu prenosi okretanje i smjer motora na kotače, a sastavljen je od spojke, mjenjača, kardanske osovine i prigona.

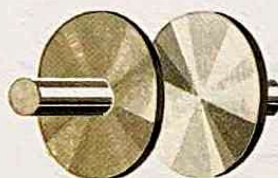
Spojka služi za spajanje i odvajanje motora od ostalih dijelova prenosnog uređaja. Ona je ugrađena u zamašnjak motora, a pomiče se nožnom polugom (pedalom). Spojka djeluje priljubljivanjem dviju ploča, jedne koja je pričvršćena o zamašnjak motora i druge koja je pričvršćena na osovinu spojke. Ako su te dvije ploče priljubljene i stisnute jedna uz drugu, ploča na zamašnjaku motora okreće drugu ploču i tako tjera automobil. Ako se pritiskom na pedal ploče razdvoje, ploča na zamašnjaku se i dalje okreće s motorom, ali ploča na osovini mjenjača miruje i automobil stoji.

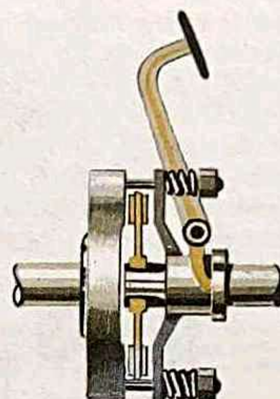
Spojki ima više vrsti, ali danas se na automobilima najviše upotrebljava tanjurasta spojka. Tanjur spojke, tlačen jakim oprugama, okreće se zajedno sa zamašnjakom motora. Kad se utisne pedal spojke, njezin se donji kraj pomakne unatrag, opruge se stisnu, a tanjur se odvoji od zamašnjaka.

Kad vozač skine nogu s pedala spojke, opruge opet pritisnu tanjur uza zamašnjak, i spojka se ponovno okreće zajedno sa zamašnjakom.

Spojku treba ukapčati (popuštati pedal) polagano i oprezno tako da u početku klizi, a tek se kasnije čvrsto priljubi. Ako se ona ukopča naglo, osjetit će se jak trzaj jer će zamašnjak motora grubo i odjednom okrenuti čitav prenosni uređaj i naglo povući automobil. Tanjur spojke obložen je osobitim hrapavim slojem od azbesta i kože, a kad se taj sloj istroši, treba ga izmijeniti.

Princip tanjuraste spojke: dva hrapava tanjura koja su snagom opruge međusobno priljubljena, a na pritisak pedala se odvoje



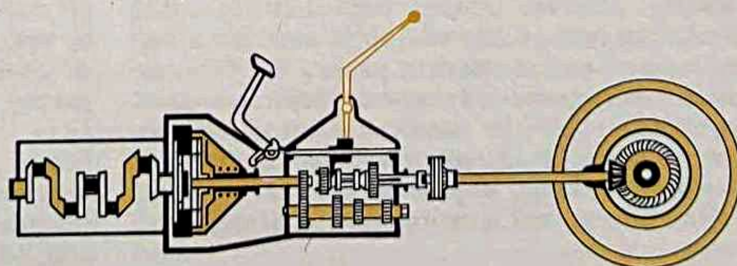


Hidraulička spojka. Moderni veći automobili imaju hidrauličku spojku koja ne djeluje priljubljivanjem tanjura o ploču, nego radi na principu vodene turbine. Djelovanje hidrauličke spojke može se objasniti sa dva ventilatora postavljena jedan nasuprot drugome. Ako se samo jedan ventilator potjera električnom strujom, on će se okretati i duhati u lopatice drugog ventilatora, a zbog strujanja zraka okretat će se i taj ventilator.

U hidrauličkoj spojki nalaze se dva kola s lopaticama, jedno nasuprot drugome, a između njih je umjesto zraka rijetko ulje. Prednje je kolo spojeno s osovinom motora (zamašnjakom), a stražnje s osovinom spojke.

Hidraulička spojka ne može se upotrijebiti na motorima s običnim mjenjačem brzina, nego samo na modernim automobilima koji imaju automatski mjenjač brzina (v.).

Prenosni uređaj, slijeva nadesno: motor, zamašnjak, spojka, mjenjač, kardanski zglob, kardanska osovina, prigon (zagon)

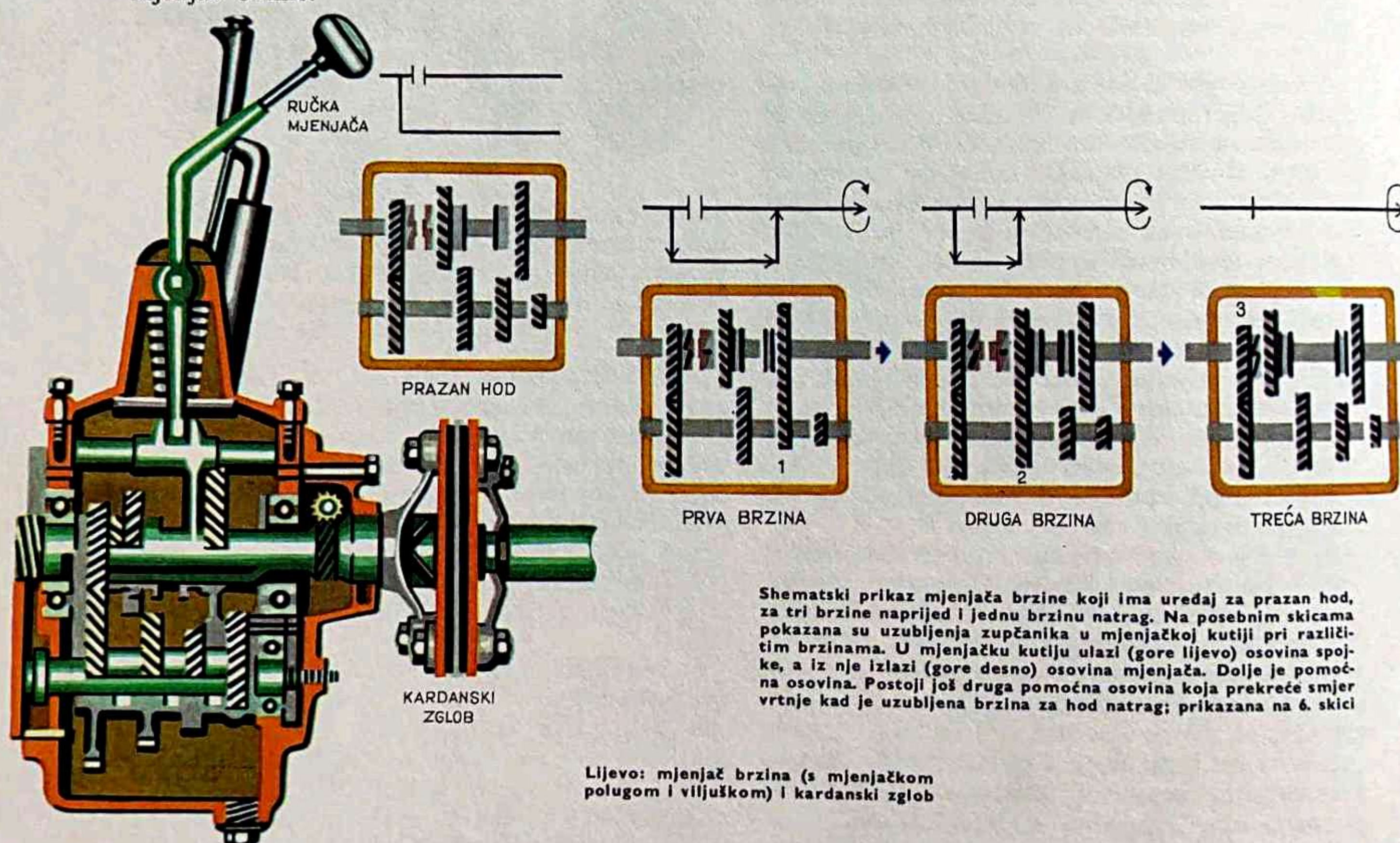


Mjenjač brzine je sprava kojom se mijenja brzina okretanja kotača prema brzini okretanja motora.

Motor ima najveću snagu kad se okreće najvećom brzinom. Smanjivanjem okretaja smanjuje se i snaga motora. Automobilu je potrebna velika snaga za brzu vožnju, ali nužna mu je i pri polaganu kretanju uza strm uspon. Kad bi koljenasta osovina motora s osovinom spojke bile čvrsto i izravno vezane s osovinom kotača, onda bi se na veoma strmim usponima, kad se automobil polagano penje, morao i motor polagano okretati. Međutim, kako motor pri sporu okretanju ima slabu snagu, on ne bi mogao vući automobil na brijeg, nego bi se zaustavio. Da se to spriječi, motor na usponima mora raditi vrlo brzo najvećom snagom iako se automobil kreće veoma polagano. Stoga se između motora (osovine spojke) i osovine kotača mora umetnuti mjenjač brzine.

Kad se poluga mjenjača pomakne u položaj tzv. *prve brzine*, mali zupčanik na pomoćnoj osovini uzubi se u najveći zupčanik osovine mjenjača, pa se ona najsporije okreće. Prema tome je sa 4 zupčanika brzina okretanja dva puta usporena. Zato u prvoj brzini motor radi vrlo brzo i daje veliku snagu, automobil se kreće najpolaganije, ali može svladati najveći uspon i povući drugo koje vozilo najjačom snagom. U Fiatu 600 je odnos zupčanika u prvoj brzini 3,385 : 1, a to znači da se osovina spojke okrene 3,385 puta dok se osovina mjenjača okrene samo jedanput.

Kad se poluga mjenjača pomakne u *treću brzinu*, osovina mjenjača se svojim zupcima neposredno spoji sa zupcima na osovini spojke. Tada je prijenos izravan bez posredovanja pomoćne osovine. To je *direktna brzina*, kad se sve prenosne osovine okreću jednakom brzinom.



Shematski prikaz mjenjača brzine koji ima uređaj za prazan hod, za tri brzine naprijed i jednu brzinu natrag. Na posebnim skicama pokazana su uzubljenja zupčanika u mjenjačkoj kutiji pri različitim brzinama. U mjenjačku kutiju ulazi (gore lijevo) osovina spojke, a iz nje izlazi (gore desno) osovina mjenjača. Dolje je pomoćna osovina. Postoji još druga pomoćna osovina koja prekreće smjer vrtnje kad je uzubljena brzina za hod natrag; prikazana na 6. skici

Lijevo: mjenjač brzina (s mjenjačkom polugom i viljuškom) i kardanski zglob

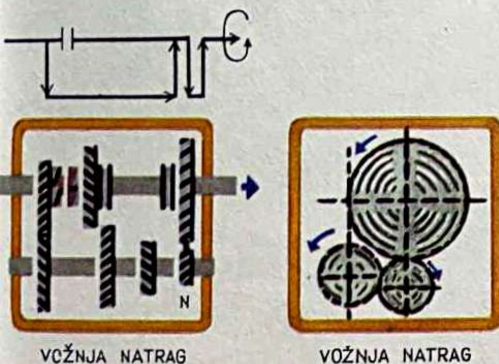
Mjenjač je sastavljen od tri osovine i više zupčanika. Umetnut je između spojke i kardanske osovine. Osovina spojke svršava u mjenjaču brzine malim zupčanikom koji je uzubljen u veći zupčanik pomoćne osovine, pa se pomoćna osovina okreće sporije od osovine spojke, ali automobil se ne kreće jer pomoćna osovina nije spojena ni s jednim drugim zupčanikom. Pomoćna osovina se okreće u prazno, poluga kojom se mijenja brzina stoji u neutralnom položaju, i to je tzv. *prazni hod.*

Mnogi automobili imaju i *četvrtu brzinu*, kod koje se osovina motora (spojke) okreće sporije od osovine mjenjača. U toj četvrtoj brzini odnos je npr. u »Fiatu 600« 0,896 : 1, a to znači da se osovina spojke okrene samo osam desetina jednog okretaja dok se osovina mjenjača okrene čitav okretaj. Automobil tada dostiže najveću brzinu od oko 110 km na sat, ali mu motor daje najmanje snage. Stoga se Fiat 600 četvrtom brzinom bez zaleta ne može penjati uz uspon veći od 5,5%.

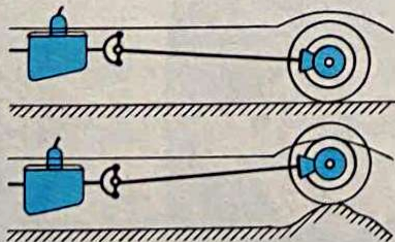
Svaki automobil ima osim toga još posebnu brzinu za *vožnju natrag*. Kako se motor okreće uvijek u istom smjeru (naprijed), treba umetanjem malog zupčanika između pomoćne osovine i osovine mjenjača promijeniti smjer okretanja osovini mjenjača. Pri vožnji natrag osovina mjenjača se najsporije okreće, pa se u toj brzini automobil najsporije kreće, ali uz najveću snagu. U Fiatu 600 je tada odnos zupčanika 4,275 : 1, a to znači da se osovina spojke okrene više od 4 puta dok se osovina mjenjača okrene 1 put.

Zupčanici u mjenjaču pomiču se ručicom koja je smještena u sredini širine automobila iznad kutije mjenjača ili na većim automobilima ispod upravljača (volana).

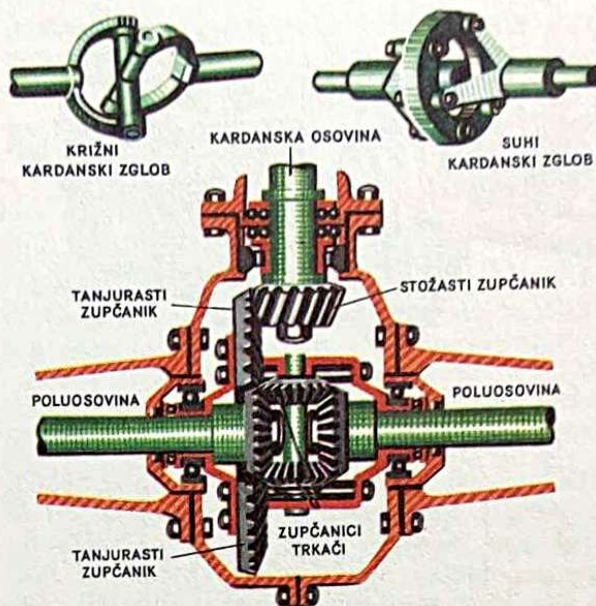
Automatski mjenjač brzine ugrađuje se u veće i skuplje automobile. Takvi mjenjači sami mijenjaju brzine automatski prema brzini okretanja motora i opterećenju automobila, pa je vozač oslobođen velike brige oko mijenjanja brzina za vrijeme vožnje. Osim toga automatski mjenjač mijenja brzine bez zakašnjenja u najpogodnijem trenutku, pa se time štede benzin i motor.



Kardanska osovina prenosi snagu motora od osovine mjenjača do prigona, koji se nalazi na osovini stražnjih kotača. Ova se osovina zove tako jer na prednjem kraju nosi kardanski zglob, koji dopušta mijenjanje nagiba te osovine. Kad u toj osovini ne bi bilo zgloba, ona bi se slomila. Budući da je kardanski zglob na nepristupačnom mjestu, teško se može podmazivati. Stoga osobni automobili imaju elastični zglob koji ne treba podmazivati, pa se zato i zove *suhi zglob*.



Kardanski zglob dopušta promjenu nagiba osovine pri spuštanju i dizanju kotača na neravnom tlu bez opasnosti da se osovina slomi



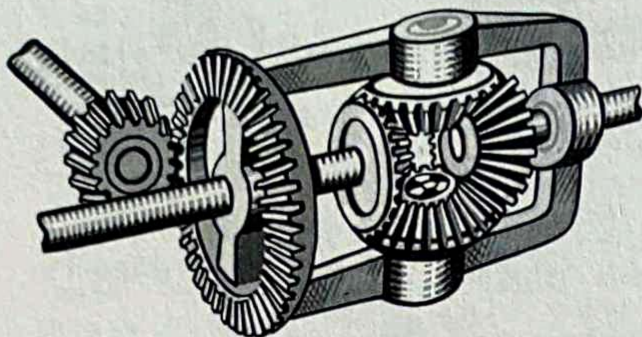
Gore: dvije vrsti suhih kardanskih zglobova za osobne automobile. Dolje: diferencijal osobnog automobila s pogonskim, tanjurastim i četiri stožasta zupčanika između stražnjih poluosovina automobila

Prigon je uređaj koji okretanje uzdužne kardanske osovine prenosi na stražnju poprečnu osovinu s kotačima. Čitav prigon smješten je u kućištu, u koje ulazi kardanska osovina sa svojim čunjastim zupčanikom.

Čunjasti zupčanik uzubljen je u tanjurasti zupčanik koji okreće desnu i lijevu poluosovinu s kotačima. U sredini prigona nalaze se još četiri čunjasta zupčanika raspoređena unakrsno, a taj se uređaj zove diferencijal.

Diferencijal. Kad automobil vozi cestom u ravnom smjeru, oba stražnja kotača prevaljuju jednak put. U takvu bi slučaju bilo dovoljno da tanjurasti zupčanik okreće čitavu stražnju osovinu kotača, koja bi mogla biti izrađena u jednom komadu. Međutim, na zavojima kotači se kreću u lukovima koji nisu jednaki. Unutrašnji kotač ide u manjem, a vanjski kotač u većem luku. Zbog toga se unutrašnji kotač mora okretati sporije od vanjskog. To je razlog zašto se stražnja osovina mora razdijeliti u dvije poluosovine.

Kad automobil vozi ravnim smjerom, desni i lijevi zupčanik se okreću jednakom brzinom zajedno s tanjurastim zupčanikom, a dva čunjasta zupčanika (prednji i stražnji) okreću se, zajedno s njima, ali se ne okreću oko svojih osovina. Međutim, kad automobil zaokreće, prednji i stražnji čunjasti zupčanik se i dalje okreću zajedno s tanjurastim zupčanikom, ali se pri tom okreću i oko svojih osovina jer se zupčanici na krajevima poluosovina ne okreću jednakom brzinom.

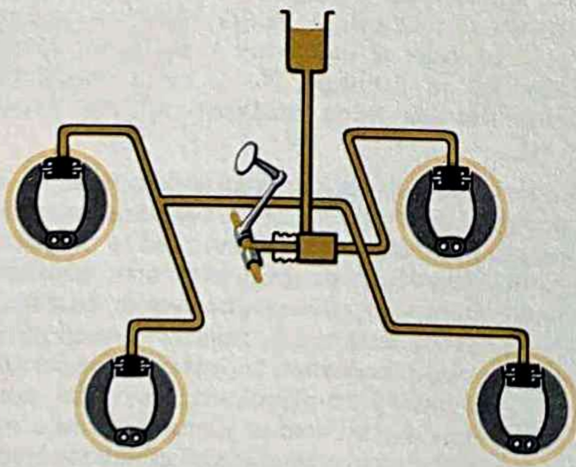


Diferencijal osobnog automobila (shema)

Diferencijal ima i veliku manu. Ako se dogodi da jedan kotač propadne u meko blato, on će se okretati, a drugi kotač koji je na tvrdu tlu neće se okretati jer ga težina automobila koči na tlu. Tada se okreću tanjurasti zupčanik, oba čunjasta uzdužna zupčanika i poprečni zupčanik one poluosovine kojoj je kotač u blatu. Zupčanik druge poluosovine miruje. U takvu slučaju treba pod kotač u blatu nabiti kamenje, šiblje ili daske tako da ispod kotača bude izjednačeno trenje.

Gibnjevi ublažuju trešnju kad automobil vozi po neravnoj cesti. Upotrebljavaju se uzdužna ili poprečna elastična pera. U novije vrijeme umjesto dugih pera koja su se sastavljala od više listova upotrebljavaju se jednolisna pera od elastična čelika ili spiralna pera zmijolika oblika.

Ublaživači (amortizeri) postavljaju se uvijek uz pera jer pera odbacuju školjku uvis poslije svakog udara. Vožnja u automobilu bez ublaživača ne bi bila ugodna zbog jakog ljuljanja. Ublaživač se pričvršćuje na okvir automobila, a njegova ručica na osovinu kotača. Ručica na neravnoj cesti poskakuje zajedno s kotačem, a pero ili tekućina u ublaživaču prigušuje trešnje. Danas se upotrebljavaju gotovo samo hidraulički ublaživači.

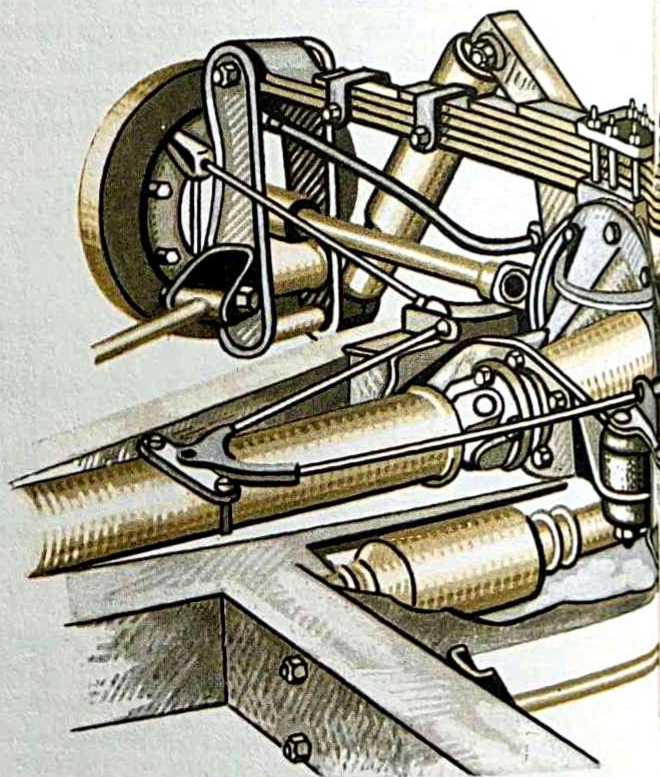


Nožna hidraulička kočnica automobila (shema)

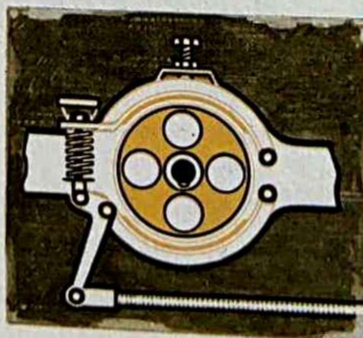
Osovine. Teretni automobili imaju krute prednje osovine izrađene od nosača te od lijevog i desnog čepa. Dobra im je strana da su čvrste, ali jako tresu jer se udari jednog kotača prenose na drugi. Osobni automobili imaju nezavisne prednje kotače s poprečnim ili spiralnim perima.

Kočnice se upotrebljavaju za usporavanje i zaustavljanje kretanja automobila. Prema međunarodnim propisima svako vozilo mora imati dvije međusobno posve nezavisne kočnice: nožnu i ručnu.

Ručna kočnica priteže se ručnom polugom i upotrebljava se samo kao pomoćna kočnica u slučaju pogibelji i dok automobil stoji nepomično na parkiralištima, osobito na usponima. Ona djeluje samo na stražnje kotače neposredno ili preko kardanske osovine.

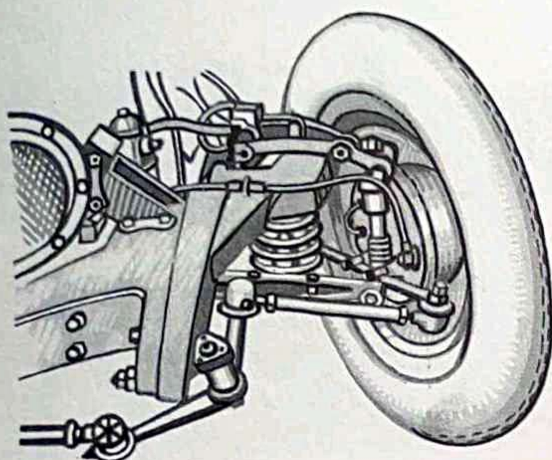


Nožna kočnica je na modernim automobilima hidraulička. Ima rezervoar napunjen osobitim uljem i glavni cilindar u kojemu je stap što ga vozač potiskuje nožnom polugom (pedalom koč-

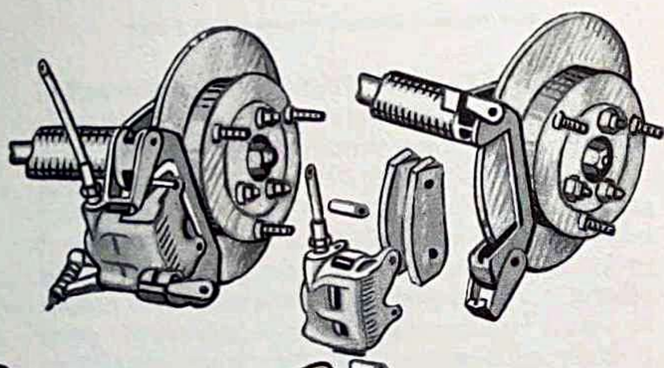


Ručna kočnica. Kad se pritegne uže, poluga privuče dvije polukružne papuče koje stisnu bubanj na kardanskoj osovini i zaustavljaju automobil

odnosno o tanjuraste ploče stvara toplinu, stoga kočnice moraju biti tako izrađene da se u vožnji dobro i brzo hlade propuhom zraka.



Lijevo: nezavisni prednji kotač osobnog vozila sa spiralnim perom



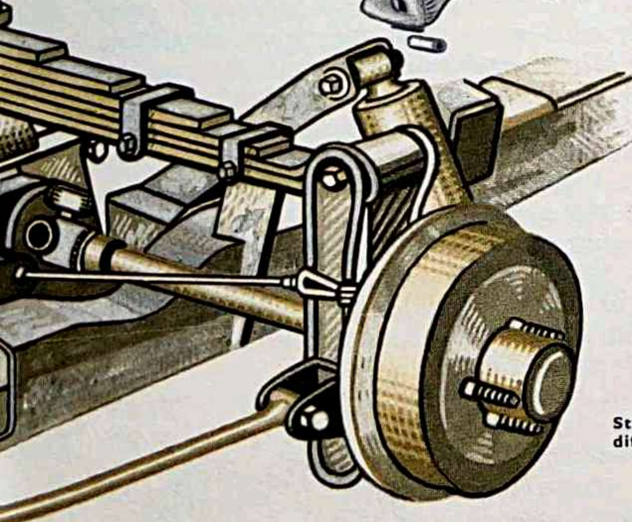
Moderna kočnica s diskom (diskna kočnica). Na kotaču je namješten čelični disk. Njega obuhvaća kočnica u obliku kliješta koja u trenutku kočenja uklliješti i zaustavi disk

Uređaj za upravljanje. Automobilom se upravlja skretanjem prednjih kotača lijevo ili desno. Kako je prednja osovina sastavljena od nosača te lijevog i desnog čepa, nosač ostaje nepomičan, a kotači skreću zajedno s čepovima oko svojih svornjaka. Kotači se pomiču desno-lijevo s pomoću upravljača, prenosnog uređaja, poluga koje su vezane za bubnjeve kotača i spona.

Upravljač (volan) je namješten na šupljoj osovini kroz koju prolaze kabeli sirene i nekih svjetiljki. Na toj osovini počiva i poluga mjenjača brzina sa svojim prenosnim zupčanicima. U sredini volana je uklopka sirene, a ispod njega su polužice za paljenje i gašenje reflektora, položajnih svjetiljki i žmigavaca.

Prenosnim uređajem upravljača pomiču se poluge i spone kojima se skreću kotači lijevo ili desno.

Upravljač je namješten na lijevoj strani automobila zbog toga što vozač pri prestizavanju bolje vidi da li ispred vozila koje vozi pred njim dolazi netko iz protivnog smjera. Osim toga, mjenjačem, ručnom kočnicom i drugim spravama može vozač upravljati i rukovati desnom rukom. U nekim državama gdje je propisano da se pri vožnji mora voziti uz lijevi rub ceste, upravljač je iz istih razloga namješten na desnoj strani vozila.



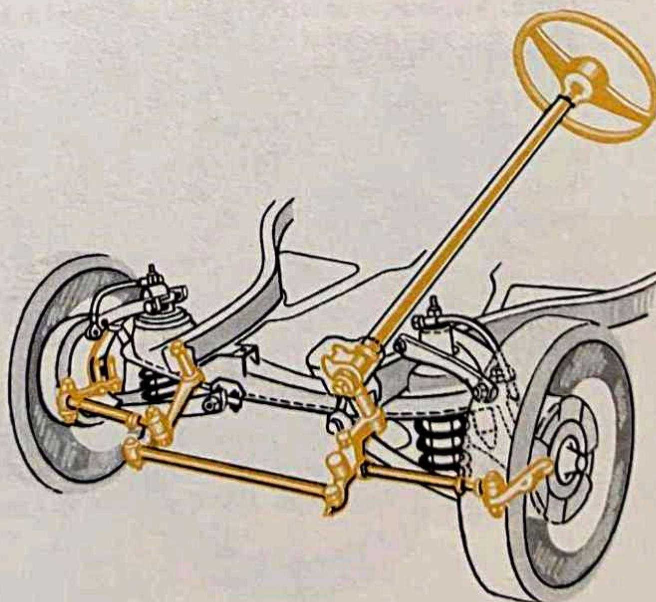
Stražnji most: elastična pera, kosi amortizeri, diferencijal i cjevovodi hidrauličke kočnice

nice) i tako tjera ulje cijevima u male cilindre kočnica na sva četiri kotača. Ulje ulazi u sredinu svakog cilindra i potiskuje dva mala stapa koji su spojeni s papučama kočnice. Stapovi se razmiču i potiskuju papuče na stijene bubnja na kotaču

Kad prestane pritisak na pedal kočnice, stap se u glavnom cilindru vraća natrag, prestaje tlak i u cilindrima pojedinih bubnjeva, pa spiralna pera privuku kočnice natrag. Slabijim ili jačim pritiskom noge na pedal postizava se slabije ili jače kočenje kotača.

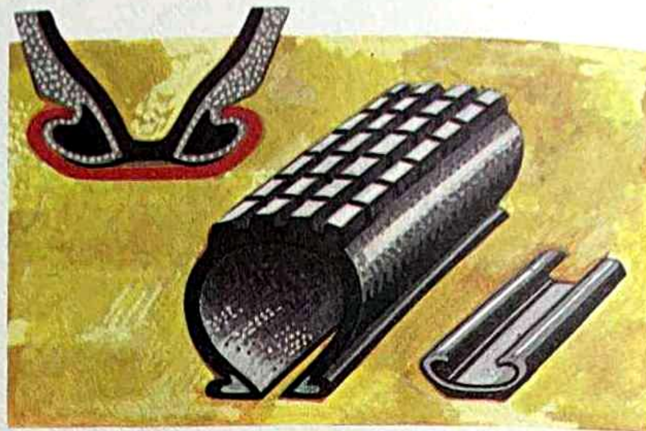
Moderni automobili imaju danas tanjuraste kočnice koje bolje koče i brže se hlade kad se pri kočenju ugriju. Trenje papuča o bubnjeve

Uređaj za upravljanje. Pri okretanju upravljača (volana) okreće se i dvokraka poluga koja pomiče tri spone. Te spone potiskuju polužicu na bubnju jednog kotača, a privlače polužicu na bubnju drugog kotača; zato pri okretanju volana kotači skreću na istu stranu

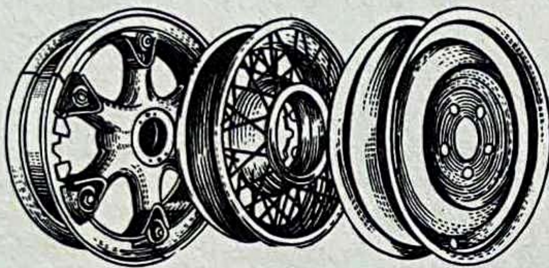


Kotači nose cijelu težinu automobila i kotrljanjem tjeraju automobil. Kotači osobnih automobila su od čelična lima i imaju duboku naplatnicu, u koju se umeće guma. Teretni automobili imaju čeličnu ravnu naplatnicu na kotačima jer se velika i tvrda guma teško namješta na kotač s dubokom naplatnicom.

Kotači se učvršćuju na bubnjeve vijcima. Stoga je u sredini kotača veći okrugli otvor, a oko njega više manjih otvora za vijke. Središnji otvor služi za tačno namještanje kotača na bubnju kočnice.



Presjek automobilske gume s gumenim rubom



Različite vrsti automobilskih kotača: kotač sa čeličnim žbicama, sa žičnim žbicama i tanjurasti kotač

Automobilske gume su gipke, pa se savijaju i uleknjuju na neravninama na putu i tako ublažuju potrese i udare. One i čvršće prianjaju uz hrapavu i glatku cestu, pa bolje potiskuju vozila nego glatki čelični kotači. Da bi gume bile elastičnije, one nisu pune, nego su šuplje i napunjene zrakom pod stanovitim pritiskom.

Šuplje su gume prvi put postavljene na automobil šest godina poslije Dunlopova izuma. Namjestila su ih braća *Michelin* (Mišlen) na kotače Daimler-Peugeotova automobila *L'Éclair* (L'Ekler) za automobilsku utrku Pariz-Bordeaux-Pariz. Za vrijeme utrke trebalo je na L'Éclairu mijenjati gume 18 puta. Svaki put morala se skinuti vanjska guma, koja je bila pričvršćena uz naplatak kotača sa 20 sigurnosnih palaca, trebalo je izvući unutrašnju zračnicu i zalijepiti rupu, te sve opet namjestiti na kotač i učvrstiti palcima. God. 1896. braća Michelin već su izrađivala automobilske gume u svojoj tvornici, a potkraj te godine imalo je od 426 pariških automobila njih oko 300 kotače s gumama.

Gume su u to doba bile visoke, uske i glatke, napunjene zrakom do tlaka od 4—5 kg na cm^2. Tada se još nije znalo da se gume pri dužoj vožnji mogu ugrijati i do 60°. Po suhu vremenu gume su dobro prianjale uz makadamske ceste, ali po kiši i snijegu veoma su klizile. Da bi to spriječili, braća Michelin su namjestila preko guma sirovu kožu s čavlima, ali se ona već pri pokusnim vožnjama otkinula. Tvornica *Continental* (Kontinental) izrađivala je gume s uljevenim čeličnim zakovicama. Kad su se ulice počele asfaltirati, ustanovilo se da zakovice klize i da gume mnogo bolje prianjaju uz gladak asfalt ako im se obodi izbrazdaju žljebovima. Budući da su automobili sve brže jurili asfaltiranim cestama, morale su se i gume neprekidno poboljšavati.

Za gumu je najbolje mazivo voda; bolje nego ulje. Stoga glatka guma klizi ako se između nje i asfalta nalazi i najtanji sloj vode. Da bi se spriječilo klizanje, treba prekinuti vodeni sloj i odstraniti vodu ispod onog dijela gume koji prianja uz cestu. Tim uvjetima najbolje odgovaraju gume ižlijebljene uzdužnim vijugavim brazdama. Rebra i žljebovi na modernoj gumi izrađeni su na temelju dugogodišnjih ispitivanja. Oni djeluju kao rezači vodenog sloja, kao kanalići za otjecanje vode, kao lopatice što prianjaju uz cestu i kao jastučići koji daju gumi najveću elastičnost, pa je zbog toga vožnja ugodnija.

Auto-gume oblikuju se u osobitim prešama. U njih se umeću sirovi gumeni obruči i utke od platna ili žice. U vrućim tijeskovima gume se vulkaniziraju i oblikuju u određenoj veličini s užlijebljenim obodima.

Budući da je sama guma meka i ne bi mogla podnijeti zračni tlak, u nju se pri izradbi u početku umetalo platno od rijetkih ali jakih uzdužnih i poprečnih niti (kanevas). Iako se guma natapanjem uvlačila između niti, one su se pri savijanju kidale od međusobnog trenja, a guma se grijala i brže trošila. Kasnije su se izrađivale tzv. *cord-gume* (kord = uzica). U njima je utka istkana od nejednako debelih niti. Uzdužne su niti jače, a njih drže u usporednu položaju poprečne niti koje su tako tanke i slabe da se prekinu već pri prešanju u kalupu. Zbog toga u auto-gumi ostaju samo uzdužne usporedne niti koje su međusobno odvojene gumom, pa se ne taru.

U modernoj cord-gumi ima 4—8, pa i više slojeva takvih niti koje su stiještene u gumu i rastavljene gumenim slojevima. Niti jednog sloja položene su koso na jednu stranu, a niti drugog sloja postavljene su okomito na njih i koso na drugu stranu. Velike gume za najteža teretna vozila, osobito one za pustinjski pijesak, imaju u sebi samo jedan sloj poprečnih čeličnih žica, a plašt je umjesto od gume izrađen od najlona.



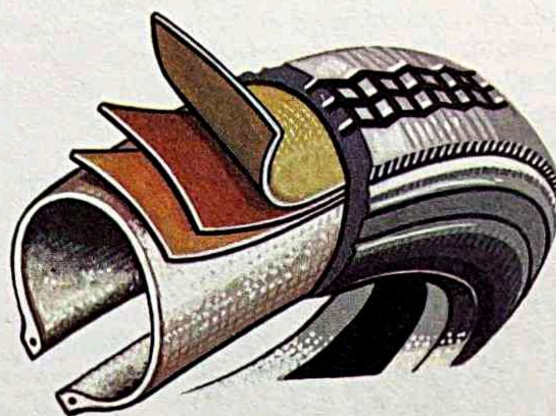
Presjek automobilske gume sa žičanim rubom

U posljednjih trideset godina postavljaju se na automobilima sve deblje gume koje se pune pod sve manjim tlakom. Takve su gume meke (balonke), i vožnja je na njima udobna. Kako se promjer kotača ne može smanjiti zbog djelovanja kočnica, u SAD su se počele izrađivati vrlo široke gume eliptična presjeka, koje se namještaju na veoma široke naplatnice i pune vrlo niskim tlakom. To su *super cushion gume* (super kušen = nadjastuk), na kojima se vozi osobito udobno.

Guma mora čvrsto stajati na naplatku kotača i pri najvećoj brzini vožnje, pri kočenju i ubrzavanju. Ona ne smije pasti s kotača na oštrim zavojima ni onda ako se probije i isprazni zračnica. U početku su se gume izrađivale s gumenim rubovima koji su se uvlačili u svinute žljebove naplatka. Što je bio veći tlak zraka, gume su čvršće stajale. Zbog toga su se punile visokim tlakom, ali ipak bi ispale čim bi se ispraznile.

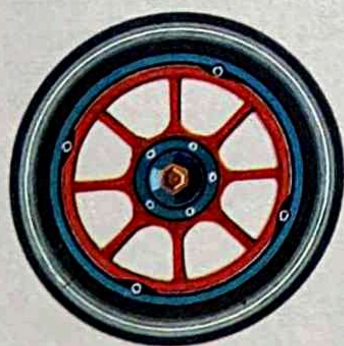
Moderne gume imaju rub od čeličnih žica koje ne dopuštaju rastezanje, pa je promjer rubova jednak kad su gume pune i prazne. Zbog toga što su sigurne, mogu se puniti pod manjim zračnim tlakom. Na automobilima se danas upotrebljavaju samo takve niskotlačne gume s rubovima od čeličnih žica, a na biciklima i motornim dvokolicama s gumenim rubovima.

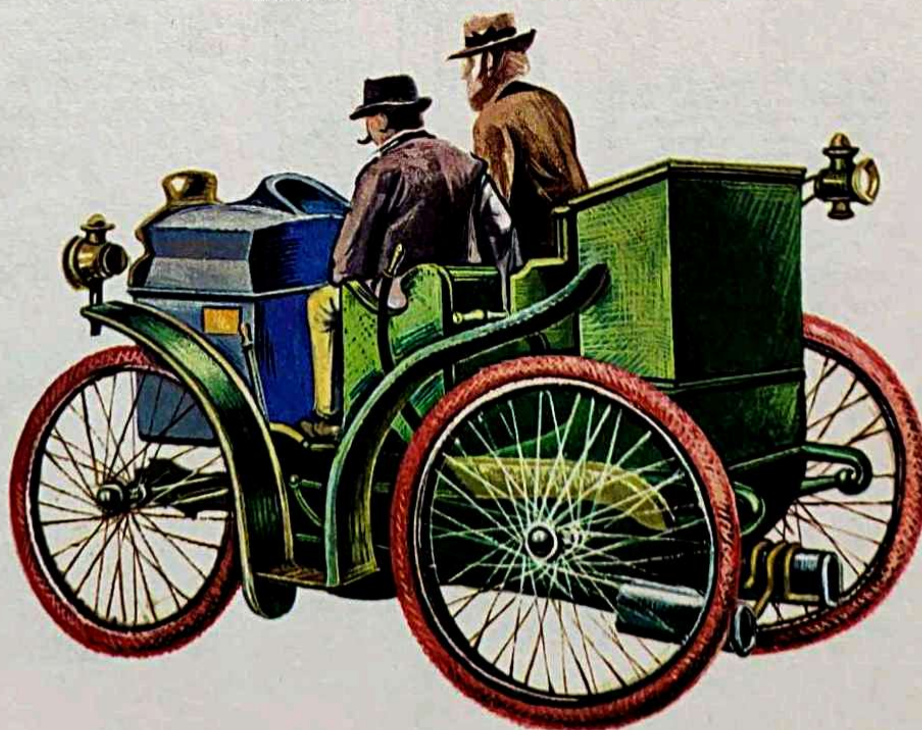
Dugo su se gume namještale na automobilima na isti način kao na automobilu L'Éclair. Tek mnogo kasnije uvedene su skidljive limene naplatnice koje su se učvršćivale na naplatke kotača sa 8—10 vijaka, a gume su se namještale na te naplatnice. Kad bi pukla guma, odvili bi se vijci, skinula bi se naplatnica zajedno s probijenom gumom, a na njezino mjesto postavila bi se druga naplatnica s rezervnom i napunjenom gumom.



Michelinova guma s tri sloja metalnog tkiva

Sad je rad na izmjeni probijene gume još lakši jer se na automobilu nalazi rezervni peti kotač; kad pukne guma, skine se čitav kotač i namjesti rezervni kotač s već napunjenom gumom.





God. 1900. bile su rezervne gume namještene na čeličnom naplatku, koji se sa 20 palaca pričvršćivao na kotač. Gornja slika prikazuje kotač iz doba kad se čelični naplatak s rezervnom gumom pričvršćivao s 4—8 vijaka. Sada se u slučaju kvara skida čitav kotač i namješta drugi samo s 4 vijka

Desno: prve su automobilske šuplje gume namjestila braća Michelin na automobil »L'Éclair« za trke 1895. godine

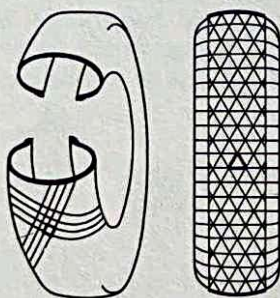
Iako moderne gume ojačane sintetičkim tkivom mogu izdržati i do 80 000 km vožnje one se i dalje usavršavaju. Na Campbellovu trkaćem automobilu, koji je izrađen za osvajanje svjetskog rekorda brzine, guma je vulkanizirana preko najlonskog platna visoke otpornosti i nije deblja od 0,4 milimetra. Ona će ipak izdržati jednu rekordnu brzinu i sigurnija je od obične gume, koja bi se od goleme brzine okretanja kotača i prenaglog ugibanja i izvijanja ugrijala i eksplodirala. Kod ovako tanke gume mnogo se manje taru unutrašnji slojevi, pa je ona elastičnija i izdržljivija. Na automobilskim trkama 1961. u Monte Carlu debljina korisnog dijela gume na podlozi od najlona nije bila veća od 2—3 mm. To su svakako osobite gume, izrađene samo za jednu trku, ali iskustva stečena s pneumaticima za rekorde iskorišćuju se i pri izradbi guma za osobne automobile.

Prednje gume treba napumpati pod manjim, a stražnje pod većim tlakom. Kako se gume s vanjske i s unutrašnje strane automobila nejadnako troše, treba ih iza svakih 5000 km prevaljena puta mijenjati unakrst, tj. prednji desni kotač postaviti straga lijevo, a stražnji lijevi kotač sprijeda desno isto tako stavlja se prednji lijevi kotač straga desno, a stražnji desni sprijeda lijevo.

Gume se označuju u engleskim palcima, prva brojka daje širinu gume, a druga njezin unutrašnji promjer (promjer kotača). Npr. za »Zastavu 750« dimenzije guma označuju se sa 5,20—12.



Gore: armatura automobilske gume modernog tipa s poprečnim nitima. Lijevo: pokusna dvostruka guma. Vanjska guma nema, a unutrašnja ima zračnicu. Kad se vanjska guma probuši, može se voziti s oštećenom vanjskom gumom još oko 50 km do prve radionice za vulkanizaciju



Lijevo: guma starijeg tipa; niti međusobno zatvaraju likove malih rastezljivih kvadratića. Desno: guma modernog tipa; likovi su nerastezljivi trokuti.

Zračnica je unutrašnja guma na automobilskom kotaču. Ona je elastična, ali nije otporna prema ubodu ili urezu, zato se mora zaštititi vanjskom gumom. Za punjenje zrakom i za zadržavanje zraka u zračnici je *ventil*. Najvažniji je u njemu gumeni prsten koji drži nepropustnost. Pri punjenju zračni tlak pumpe potisne prsten prema dolje, pa zrak može ulaziti u zračnicu. Čim zračni tlak izvana spadne, spiralna opružica podigne gumeni prsten, i ventil se zatvori. Zatvaranju pomaže i unutrašnji tlak u zračnici.

Čitav ventil mora biti čvrsto stegnut na zračnici, a nakon punjenja treba na vrh ventila namjestiti *kapicu*, koja štiti unutrašnjost ventila od blata.

Prije desetak godina počele su se na osobnim automobilima u SAD upotrebljavati gume bez zračnica, a sada ih izrađuju već i u Evropi, osobito u Velikoj Britaniji i Njemačkoj. Budući da vanjska guma mora biti nepropusno pričvršćena uz naplatak kotača, njezini su rubovi izbrazdani uzdužnim žljebovima, a unutrašnji tlak zraka pritišće ih čvrsto uz rub naplatka. One su s unutrašnje strane obložene slojem osobite plastične gume koja obuhvati i obloži čavao ako probije gumeni plašt i uđe u unutrašnjost; guma se ne isprazni. Gume bez zračnice nemaju ni ventila; on je izrađen u samom naplatku kotača.

UPRAVLJANJE AUTOMOBILOM

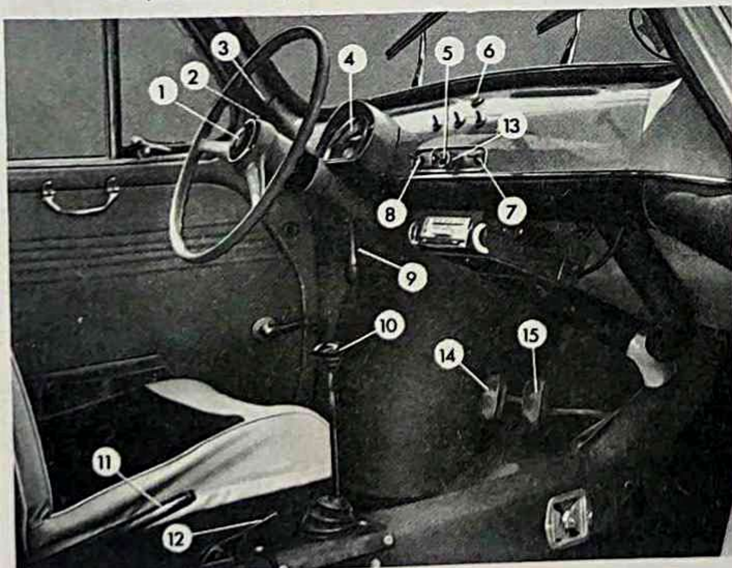
Prije polaska na put treba provjeriti ima li dovoljno ulja u kućištu motora, tj. izvući šipku i pogledati na njoj visinu uljena traga. Zatim treba pogledati ima li u hladnjaku dovoljno vode. Također treba provjeriti ima li u akumulatoru dovoljno razrijeđene kiseline, koja treba da je oko 5 mm povrh ploča u akumulatoru. Osim toga treba se uvjeriti da li su gume dobro napunjene, radi li dobro upravljač i da li su kočnice ispravne.

Nakon toga se okrene ključ glavnog prekidača tako da se ukopča električna struja iz akumulatora, a onda se provjeri ima li dovoljno benzina u rezervoaru (stanje pokazuje kazaljka), bljeskaju li žmigavci (kad se pomakne polužica na oba položaja za desne i lijeve žmigavce), gore li položajna svjetla i reflektori s velikim i oborenim svjetlom te crvene stop-svjetiljke, radi li sirena i brisači stakla.

Osim toga vozač mora provjeriti da li je poluga mjenjača brzine na položaju za prazan hod. (Kad bi bila u položaju prve ili neke druge brzine, a spojka neodvojena, automobil bi pri pokretanju motora odmah krenuo potisnut električnim pokretačem.)

Pokretanje. Pošto je poluga mjenjača pomaknuta u položaj za prazni hod, treba utisnuti pedal spojke kako bi se motor odvojio od mjenjača. To se radi zato da bi električni pokretač mogao lakše pokrenuti motor bez osovina spojke i mjenjača. Tada se može okrenuti ključ uklopke posve udesno i time uključiti električni pokretač. Čim se motor uputi, treba isključiti električni pokretač. Sad se može ispustiti pedal spojke da se uključi spojka s osovinom mjenjača, a motor se ostavi da polagano radi nekoliko minuta kako bi se ugrijao; automobil je spreman za polazak. Tada se okreću motor, spojka i mjenjač u praznu hodu.

Kad se želi krenuti, treba opet utisnuti pedal spojke (odvojiti motor od mjenjača), oprezno pomaknuti polugu mjenjača na prvu brzinu, otvoriti ručnu kočnicu i lagano popuštati pedal spojke (postepeno spajati motor s tanjurom spojke). Kako postepeno spojka spaja motor, treba nožnom polugom ubrzavača davati sve više gorive smjese (gasa) i postepeno ubrzavati rad motora. Automobil kreće polagano i sve brže bez trzaja. Kad je spojka posve uključena (pedal posve izdignut). treba ukloniti s nje nogu, a utiskivanjem pedala ubrzavača (pedala) povećavati brzinu automobila.



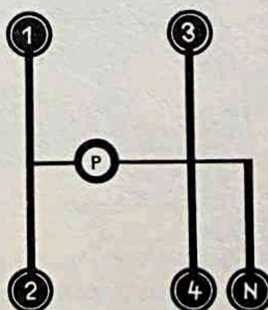
Instrumenti i upravljački uređaji na automobilu Zastava 600 D. 1. taster sirene, 2. polužica za vanjska svjetla, 3. polužica za žmigavce, 4. instrumentski blok, 5. glavna uklopka, 6. signal za kontrolu žmigavaca, 7. prekidač brisača stakla, 8. prekidač rasvjete instrumentskog bloka, 9. ručica za otvaranje prednjeg plašta, 10. poluga mjenjača, 11. poluga ručne kočnice, 12. ručica za startni uređaj, 13. ključ električnog pokretača, 14. pedal spojke, 15. pedal kočnice



Kontrolna ploča automobila »Zastava 750«. U sredini: brzinomjer s kazaljkom. Dolje: brojilo pređenog puta. Slijeva nadesno (oko brzinomjera) kontrolnici: ulja, punjenja akumulatora, rashladne vode i količine benzina

Nakon prevaljenih desetak metara sve većom brzinom treba uključiti drugu brzinu na taj način da se oduzme gas, utisne (razdvoji) spojka, uključi druga brzina, da se postepeno popušta pedal spojke i ponovno pojača gas. Automobil sad počinje voziti mnogo brže.

Kad automobil dostigne brzinu od oko 30 km na sat (brzinu pokazuje kazaljka na ploči brzinomjera), treba prijeći u treću brzinu tako da se oduzme gas, utisne spojka, uključi treća brzina, postepeno popušta pedal spojke i opet se pojača gas. Automobil sad vozi još brže, a kad dostigne brzinu od oko 50 km na sat, treba uključiti četvrtu brzinu. Postupak je sličan kao prije: utisne se pedal spojke, oduzme gas, uključi četvrta brzina, polagano se popušta pedal spojke i pojačava gas.



Položaji poluge mjenjača pri različitim brzinama. Brojke označuju brzine, a slovo P prazan hod. Za vožnju natrag polugu treba utisnuti nadolje i pomaknuti unatrag (N)

Iz ovih se opisa vide dva glavna pravila: poluga mjenjača ne smije se premještati iz jednog položaja u drugi a da se prije ne utisne pedal spojke, tj. dok se motor ne odvoji od mjenjača.

Kad se ne bi tako postupalo, brzine bi se mijenjale s uključenim motorom, pa bi se zupci u mjenjaču polomili. Drugo je pravilo da se spojka uvijek isključuje naglo, a uključuje postepeno kako automobil ne bi krenuo i povećao brzinu naglim trzajem.

Vožnja uzbrdo. Kad se ravna cesta počne penjati, osjetit će se da motor radi sve polaganije jer u četvrtoj brzini on ne daje dovoljno snage. Treba, dakle, prijeći iz četvrte brzine u treću. Kod toga se naglo utisne (isključi) spojka, premjesti poluga u treću brzinu, postepeno se ispusti (uključi) spojka i poveća gas. Na sličan način se prelazi iz treće u drugu i iz druge u prvu brzinu ako nagib postane još strmiji.

Vožnja nizbrdo. Ako se cesta počinje spuštati, treba samo oduzeti gas i pustiti da se automobil kotrlja nizbrdo u četvrtoj brzini. Motor tada radi samo malim gasom i koči kretanje. Ako je nizbrdica strmija, treba utisnuti (isključiti) spojku, uključiti treću brzinu i ispustiti (uključiti) postepeno spojku bez dodavanja gasa; motor će sada kočiti mnogo jače. Tako se može mijenjati brzina sve do prve brzine. Motor najjače koči u prvoj brzini. Prema potrebi brzina se još usporava i nožnom kočnicom. Općenito vrijedi pravilo da se automobil pri vožnji nizbrdo koči onom brzinom mjenjača kojom se uz takav nagib penjao uzbrdo.

Vožnja natraške. Iz vožnje naprijed u vožnju natrag i obratno može se prijeći tek onda kad se automobil zaustavi. Iz zaustavljena položaja kreće se natrag tako da se utisne (isključi) spojka, da se oduzme gas, pomakne poluga mjenjača u položaj za vožnju natrag, da se postepeno ispušta pedal spojke i pojačava gas.

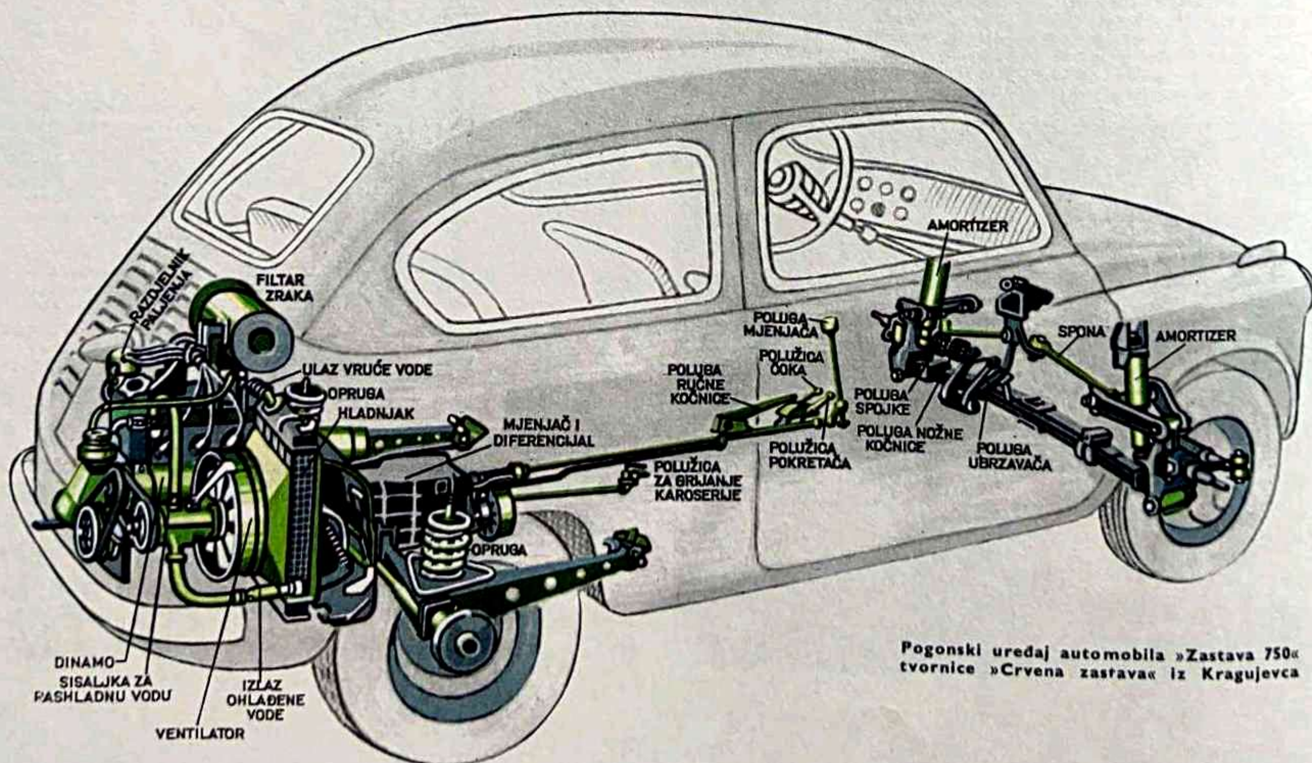
Okretanje automobila. Automobil se okreće na lijevu stranu kad se volan okreće nalijevo, a kad se volan okreće nadesno, automobil skreće desno.

Zaustavljanje. Ako se automobil mora zustaviti, treba mu oduzeti gas, polugu mjenjača treba postaviti na prazan hod i nožnom kočnicom lagano kočiti. Kad se vozilo zaustavi, pritegne se ručna kočnica, a mjenjač se ostavi u praznu hodu.

Na nizbrdici u zaustavljenom automobilu mora se poluga mjenjača ostaviti u položaju za vožnju natrag, a na uzbrdici u prvoj brzini, jer se tim automobil osigurava da se sam ne otkotrlja nizbrdo ako slučajno popusti ručna kočnica.

Osim u slučaju pogibelji, automobil se ne smije zaustavljati vrlo naglim kočenjem jer se kotači tada uopće ne okreću, nego klize zaustavljeni poput saonica po cesti, a na mokrim asfaltnim auto-putovima kotači počnu zanositi kola, i automobil će odletjeti s ceste. Stoga je pri velikoj brzini bolje da se pedal češće pritišće i popušta, nego da se koči stalno stisnutim kočnicama.

Zaustavljanje motora. Da bi se motor zaustavio, treba samo prekinuti paljenje, tj. okrenuti ključ glavnog prekidača. Korisno je da se neposredno prije prekida struje utisne pedal ubrzavača (gasa) tako da se motor nakon prekinuta paljenja još nekoliko puta okrene i usisa gorivu smjesu (gas), koja će ostati u cilindrima, pa će se tako olakšati iduće pokretanje motora.



Pogonski uređaj automobila »Zastava 750« tvornice »Crvena zastava« iz Kragujevca

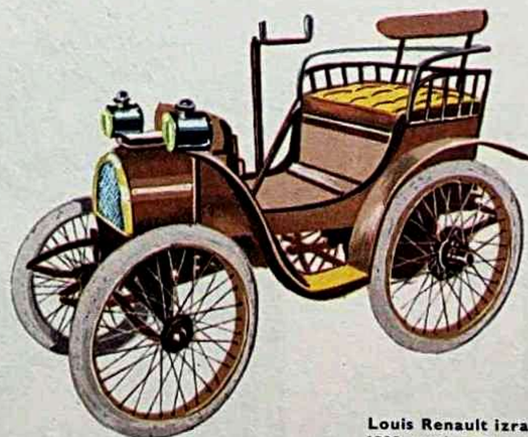








Čuvenije tvornice automobila



Louis Renault izradio je 1898. svoj prvi automobil za oko tri mjeseca

Francuske tvornice automobila. Starim tvornicama Panhard i Peugeot pridružile su se u Francuskoj nove: Renault (Reno), Citroën (Sitroen) i Simca (Simka).

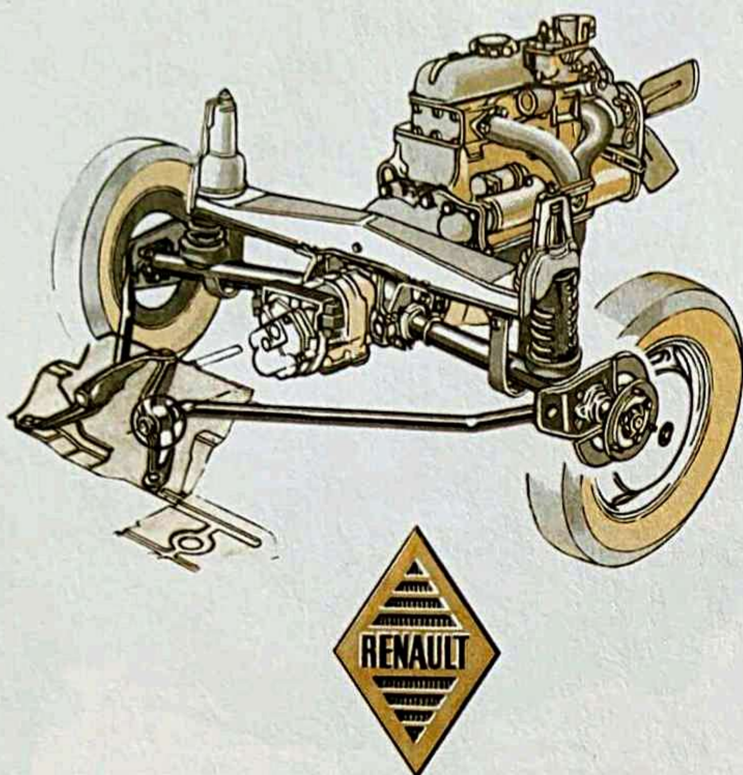
Renault. Utemeljitelj je te tvornice Louis Renault, najmlađi sin trgovca tkanina i tvorničara dugmeta. U vrtnoj kućici očeva imanja kraj Pariza on je 1898. izradio vozilo u koje je ugradio De Dion-Boutonov motor. Izmislio je novu vrst mjenjača s pomoću kojeg je motor u direktnoj brzini tjerao kotače izravno, bez uključenog zupčastog prenosnika. Stoga se takva brzina i zove direktna brzina. Louis je patentirao izum i sa svoja dva brata 1899. osnovao društvo *Société Renault Frères* (Sosieté Renó Frer) te sagradio tvornicu, u kojoj je za šest mjeseci radilo već 100 radnika.



Renault »R 8« s motorom od 48 KS dostiže brzinu od oko 125 km na sat

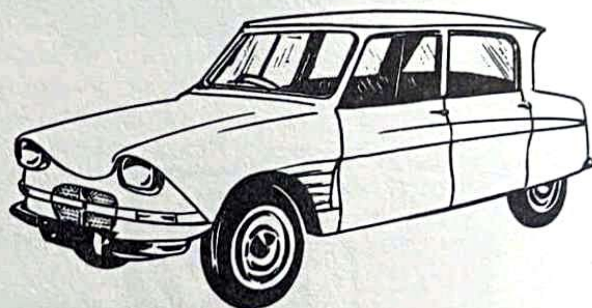
utemeljio je društvo *Société Industrielle de Mecanique et Carosserie Automobile* (Sosiete Endistriel d Mekanik e Karoseri Otomobil) skraćeno SIMCA i kupio jednu tvornicu te u njoj izrađivao Fiatove automobile u licenciji. God. 1950. otcijepio se od Fiata i od 1951. izrađivao svoje automobile. Simca je sada američko poduzeće (Chrysler), ima 32 000 radnika i 1969. proizvela je 384 104 vozila; svake treće minute po jedno.

Citroën. Utemeljitelj ove tvornice André Citroën svršio je visoku tehničku školu i radio u automobilskoj industriji. God. 1913. osnovao je tvornicu zupčanika, a 1914. izumio kutne zupce, koji su se okretali tiho i mekano. Poslije rata 1919. počeo je izrađivati automobile. Kao tvornički znak uzeo je dva kutna zupca. God. 1960. sklopio je ugovor s drugim tvornicama u Francuskoj i u inozemstvu da bi pojačao proizvodnju. U 32 Citroënova pogona radilo je 1968. oko 39 000 radnika i proizvelo 376 210 automobila.

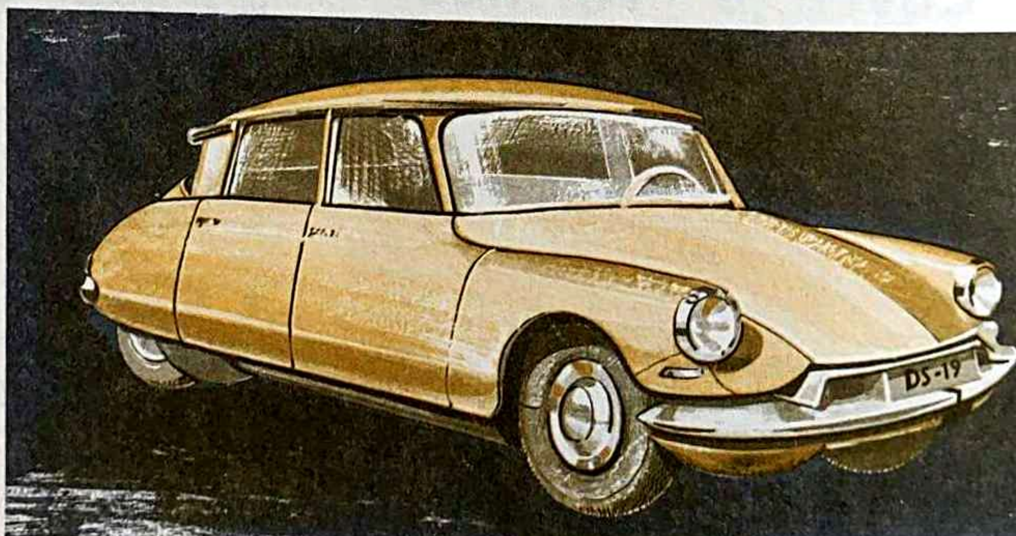


Prednji oves osobnog automobila

God. 1911. u tvornici je bilo zaposleno 23 000 radnika. Tvornicu su 1940. zaposjeli Nijemci i u njoj izrađivali vojne kamione. Zbog suradnje s okupatorom Louis je osuđen na smrt, a 1945. tvornica je podržavljena. Sada se zove *Régie Nationale des Usines Renault* (Reži Nasional dez Izin Reno). U njoj radi 67 000 radnika i izrađuje 736 379 vozila na godinu (1969).



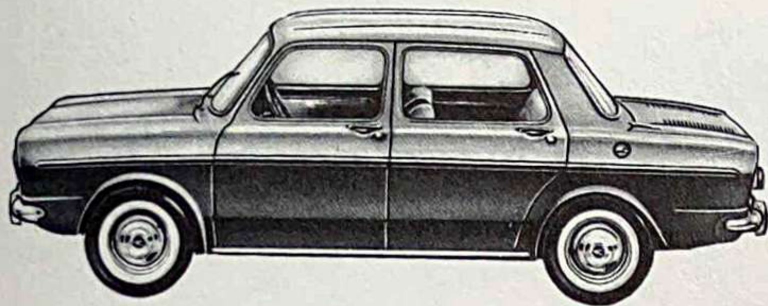
Citroën »Ami 6«, 2 cil. 23 KS, prednji prigon, 112 km na sat



Citroën »ID 19«, automobil posve novih osobina. Ima: hidropneumatski ovjes, podiže se na različitu visinu iznad tla; motor sa 4 cilindra od 1911 cm³ i 83 KS; prednji prigon, prednje ciskne kočnice; dostiže brzinu od 145 km na sat

Simca. Talijan Enrico Pigozzi (Enriko Pigoci), nastanjen u Francuskoj, postao je 1926. glavni zastupnik talijanske tvornice Fiat. Kasnije je izrađivao neke automobilske dijelove u Parizu, a 1933.

Panhard. Najstarija francuska tvornica izrađuje izvrsne automobile, ali ona više ne prednjači brojem izrađenih automobila. Godine 1964. izradila je 32 372 vozila, a proizvodnja opada.





Britanske tvornice automobila. Prve korake da se u Engleskoj uvede automobil učinio je *Frederick Simms*. On je s tvorničarom bicikla *Harryjem Lawsonom* (Lousonom) pokupovao sve patente za gradnju automobila u Velikoj Britaniji. Simms je tvornici Deutz platio 350 000 maraka za patente i tim novcem smirio razmirice u tvornici te pomogao Daimleru da se vrati u tvorničku upravu.

God. 1896. prihvaćen je u Velikoj Britaniji zakon kojim se dopuštalo *cestovnim lokomotivama* (tako su se nazivali automobili) lakšim od 3 t da mogu voziti i bez čovjeka koji bi pred njima nosio zastavu i zvonce, ali brzina im nije smjela biti veća od 14 milja na sat. Simms je s prijateljima odmah priredio *vožnju oslobođenja* na pruzi od 101 km iz Londona u Brighton (Brajtn). Na toj su vožnji rasparali zastavu zbog koje dotad motorna vozila nisu smjela premašiti brzinu pješaka. Simms je u Velikoj Britaniji osnovao Britanski auto-klub i 1902. udružio sve graditelje, izrađivače opreme, prodavače i zastupnike u Društvo graditelja i trgovaca motora (*Society of Motor Manufacturers and Traders*, č. Sesaieti ov moute menjufekčerers end treiders), koje postoji i danas i u kojem 1800 poduzeća radi sporazumno bez konkurencije i trvenja. To je društvo utemeljilo i istraživački zavod koji ispituje nove izume te iz zajedničkog fonda usavršava proizvodnju svih tvornica. U tome je Velika Britanija prva na svijetu, a 1969. proizvela je 1 997 000 vozila.

Tek kad je prestao Lawsonov patentni monopol, pojavili su se u Engleskoj prvi graditelji automobila. Prvi britanski automobil sagradio je *Frederick Lanchester* (Lenčester) 1897.

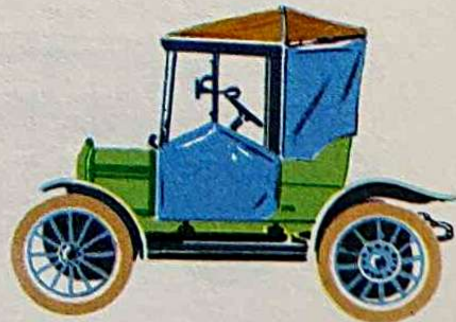
Austin. Drugi je pionir automobilizma bio *Herbert Austin* (Ostin), suvlasnik tvornice *Wolseley* (Vulzli) u Birminghamu (Berminemu) koja je izrađivala strojeve za šišanje ovaca. Za jednog putovanja u Parizu Austin je vidio automobile i učinilo mu se da bi ih on mogao bolje izraditi.

Prvi automobil dovršio je 1896. za izložbu u Londonu. Kad su upravitelji društva Wolseley pristali da izrađuju automobile, udružili su se s tvornicom oružja Vickers i podigli novu tvornicu koja je izrađivala automobile tipa Wolseley.

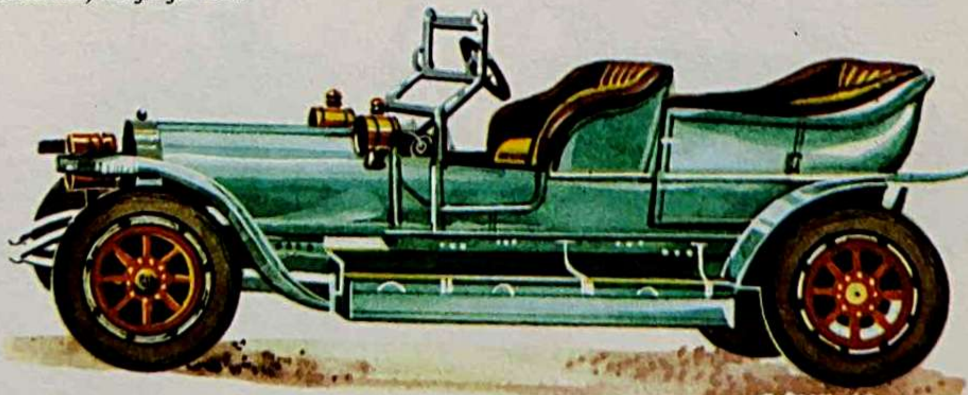
Već u početku rada došlo je do sukoba u novom društvu, pa je Austin napustio tvornicu i s nekoliko znanaca utemeljio društvo *Austin Motor*, koje je u novoj tvornici dovršilo prvi automobil 1906.

Rolls-Royce (Rols-Rojs), poznata tvornica automobila, nosi ime svojih osnivača. *Henry Royce* potječe iz siromašne porodice. Poslije očeve smrti uzdržavao se raznošenjem novina. Sa 17 godina zaposlio se u jednoj radionici alata u Londonu, gdje je pohađao večernju školu. Uštedio je 20 funti i udružio se s mehaničarom *Claremontom* (Klermontom), te su otvorili radionicu električnih zvonaca. Royce je izumio posebnu vrst kolektora za dinamo-stroj, dobio je nešto novca i kupio jedan francuski automobil koji je neprekidno do-





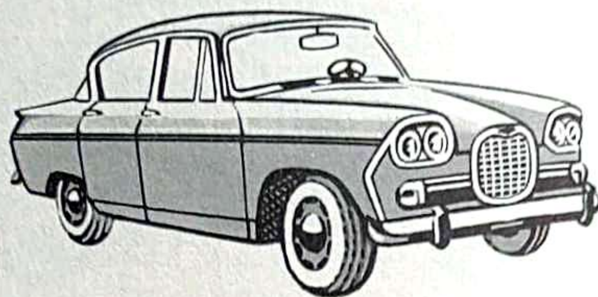
Herbert Austin, sin engleskog seljaka, iselio se u Australiju i zaposlio u ljevaonici u Melbournu. Vratio se u Englesku i 1896. sam izradio automobil. Već 1909. izrađuje serijski prvi narodni automobil tipa »Baby«



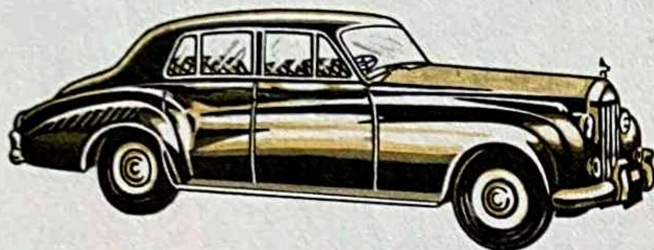
Rolls-Royce »Silver Ghost« iz 1907. iznenadio je čitav svijet zbog snažnog motora sa 6 cilindara od 7000 cm³ i 50 KS, koji je radio gotovo nečujno. Izrađivao se neprekidno punih 19 godina i prodavao se samo izabranim kupcima uz garanciju

tjerivao. Kad su mu dosadili popravci, odlučio je da će sam sagraditi novi automobil; dovršio ga je 1904. Drugi automobil izradio je svom drugu Claremontu. Treći je prodao jednom članu Britanskog auto-kluba, koji ga je pokazao Rollsu.

Charles Rolls bio je mlad i bogat lord, koji se od dosade bavio sportom. On je sjeo za upravljač Royceova automobila i nije vjerovao da motor ima samo dva cilindra — tako je dobro i sigurno vozio. Nakon vožnje Rolls je s Royceom sklopio ugovor: Royce će graditi automobile, Rolls će ih prodavati, a njegov prijatelj sportaš i novinar *Claude Johnson* (Klod Džonsn) brinut će se za reklamu. Royce je dovršio prvi automobil 1906, a Johnson ga je odvezao u kovačnicu srebra, gdje je dao posrebriti sve svijetle dijelove. Školjku je dao obojiti pečenim lakom. Tako je nastao automobil *Silver Ghost* (Silver Gost = srebrni duh). Kako bi dokazao da na tom automobilu nije savršena samo spoljašnost, pozvao je tehničare auto-kluba i dopisnike novina da prisustvuju kod pokusne vožnje. Po cestama u duljini od 24 000 km kola je tjerao svakih 6 sati drugi vozač, danju i noću. Vožnja je potpuno uspjela. Nakon dovršena pokusa trebalo je samo dotjerati rashladnu sisaljku i izbrusiti ventile. Nova tvornica Rolls-Royce bila je opremljena najmodernijim strojevima; u njoj su se izrađivali izvrsni automobili, a za prvoga svjetskog rata vojni automobili i tenkovi. Sada ona izrađuje i čuvene mlazne avionske motore.



Singer »Vogue II«, 4 cilindra, 1592 cm³, 62 KS, brzina 135 km na sat



Rolls-Royce »Silver Cloud«, 180 km na sat, cijena oko 250 000 d.



MG »MGA 1600 sport«, 4 cilindra s 1622 cm³, brzina do 160 km na sat



Daimler »Majestic Major«, 8 cilindara, 4561 cm³, brzina 190 km na sat

Rover »3 lit.«, 6 cilindara, 2995 cm³, 134 KS, brzina 152 km na sat



Daimler-Motor-Company najstarija je britanska tvornica automobila. Ona se kruto držala starih tradicija i izrađivala je automobile s raskošnim ali starinskim karoserijama. Međutim, veći dio kupaca radije je kupovao moderne automobile s novim školjkama. Tvornica Daimler nije mogla izdržati konkurenciju, pa je svoje dionice prodala *W. Lyonsu* (Lajensu), vlasniku tvornice Jaguar. Tako je 1960. najstarija britanska tvornica automobila potpala pod najmlađu tvornicu.

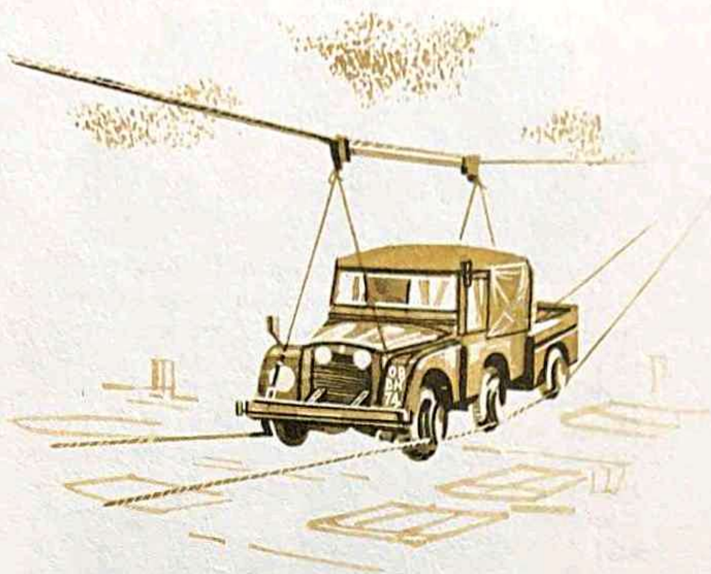
Jaguar. Dvadesetgodišnji *William Lyons* osnovao je 1922. u Blackpoolu (Blekpulu) tvornicu prikolica za motocikle. Kako su se u to doba motocikli mnogo kupovali, Lyonsove prikolice Swallow (Suolou = lastavica), izrađene u obliku čamca, osvojile su sva tržišta. God. 1928. Lyons je kupovao donje ustroje Austinovih popularnih automobila i na njima gradio karoserije. Prodaja je izvrsno napredovala, pa je Lyons izgradio novu tvornicu usred Coventryja (Koventrija), središta automobila, i na njihove donje dijelove ugrađivao svoje karoserije. Lyons je znao pogoditi želju sportskih Engleza, te je 1931. izradio automobil lijepa sportskog oblika koji se izvrsno prodavao, iako je karoserija bila teška, a vidljivost slaba zbog

niska vjetrobrana. Lyons je brzo otklonio sve nedostatke. U novi je automobil ugradio jači motor i tako stvorio tip SS 90 za brzinu od 145 km na sat. Taj je automobil postao popularan pod imenom *Jaguar*, i prodaja je dobro napredovala, pa je Lyons 1938. mogao isplatiti dioničare. Postao je samostalan vlasnik tvornice kojoj je dao ime Jaguar. Sada tvornica izrađuje čuvena sportska vozila koja razvijaju brzinu i do 240 km na sat.

BMC je kratica za koncern *British Motor Corporation* koji je utemeljen 1952. On sada ima 30 tvornica koje su raspoređene širom čitave Britanske zajednice. Zapošljava oko 67 000 radnika i izrađuje automobile koji nose nazive tvornica *Austin*, *Morris*, *Wolseley*, *Riley* (Rili) i *MG*.

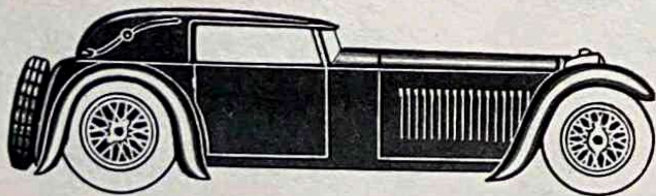
Morris. Najjači je član koncerna *William Morris*, koji je 1877, kad mu je bilo 16 godina, s kapitalom od 4 funte otvorio radionicu za popravak bicikla. God. 1900. sastavio je svoj prvi motocikl s De Dion-Boutonovim motorom i do 1910. izrađivao motocikle. Tada je počeo proizvoditi najjeftinije engleske automobile. God. 1921. izrađivao je već 65 000 vozila na godinu. Novi tip *Morris Cowly* (Kauli) od 8,9 KS dostigao je toliki uspjeh da je od dobiti Morris mogao kupiti 4 tvornice automobila i njihov pribor. Najveću dobit donosi danas mali automobil *Morris Minor*.

MG je kratica za tvornicu *Morris Garage* (Moris Geradž) u Oxfordu, koja se doista razvila iz Morrisove garaže za popravak i posudbu automobila u kojoj je mehaničar *M. Kimber* od dijelova različnih vozila izradio trkaći automobil. Kad je 1903. Morris vidio i iskušao to vozilo, predložio je Kimberu da sudjeluje na trkama koje su se imale održati za nekoliko dana. Kimber je na to pristao i osvojio zlatnu medalju. Morris je iskoristio Kimberov uspjeh, osnovao je tvornicu *Morris Garage Car* (Kar) *Company* i otad izrađivao trkaće automobile, koji su se ubrzo proširili pod imenom MG.

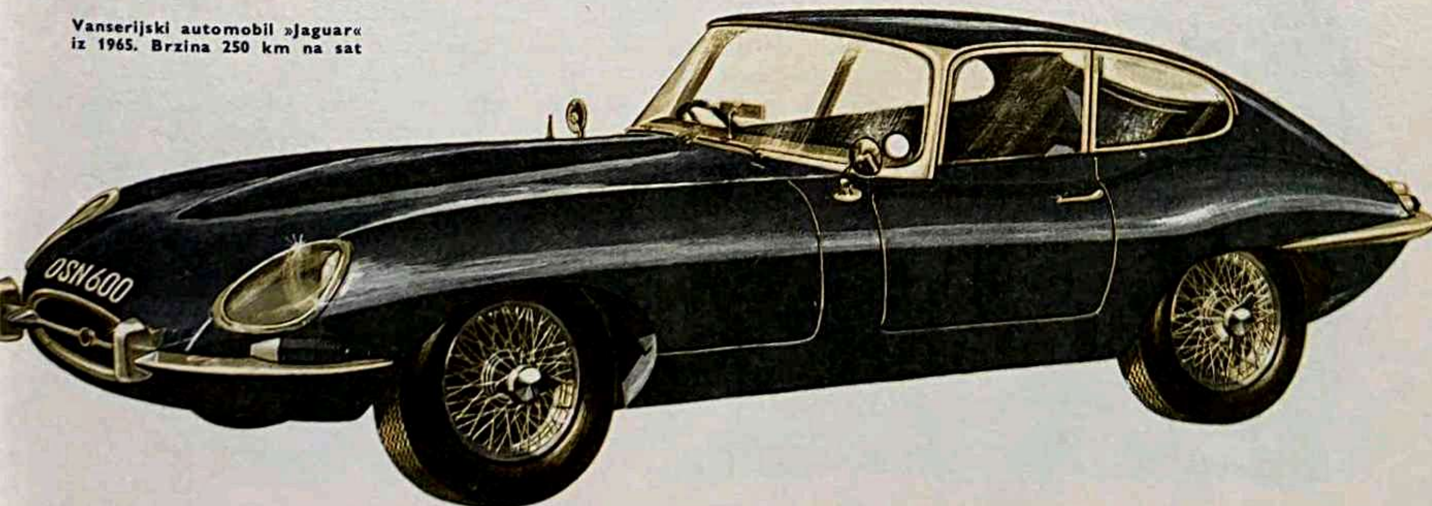


Land Rover (britanski džip) s prikolicom, uređen da može prelaziti rijeke preko tri čelična užeta

Rootes (Ruts) je drugi automobilski koncern u Velikoj Britaniji. Osnovala ga je obitelj Rootes, koja je postepeno kupovala tvornice *Humber* (Hamber), *Singer*, *Commer* (Kamer), *Karier* (Kerjer), *Hillman* i *Sunbeam* (Sanbim). Utemeljitelj je koncerna *William Rootes*, koji je 1888. u Kentish Laneu (Kintiš Lejnu) otvorio trgovinu i popravljaonicu bicikla. God. 1928. njegovi sinovi *William* i *Reginald* (Riđineld) kupili su Humberovu tvornicu automobila, uredili su je i uveli proizvodnju na tekućoj vrpci. Iste godine kupili su tvornicu Hillman, a zatim do 1955. i ostale tvornice. God. 1945. osnovali su prvu tvornicu automobila u Australiji i uspostavili zastupstva u mnogim državama svijeta. Sada je Rootes američki koncern.



Prvi »SS« (Swallow Sports, kasnije Jaguar) iz 1931. Standard-motor



Vanserijski automobil »Jaguar« iz 1965. Brzina 250 km na sat



Rover. Nakon francusko-njemačkog rata 1870—71. propala je u industrijskom gradu Coventryju industrija satova i svile. Zbog toga su radnici morali tražiti drugi posao. Dva udružena mehaničara *John Starley* (Starli) i *William Sutton* (Satn) umjesto strojeva za predenje svile počeli su izrađivati visoke bicikle. Radionica im se dobro razvijala, pa su 1896. osnovali društvo *Rover Cycle* (Sajkl). Godine 1903. izrađen je prvi motocikl, a 1904. prvi automobil, ali tek 1919. tvornica je dostigla dobar uspjeh s malim automobilom od 8 KS. Do 1939. tvornica je izradila više tipova automobila, a u ratu 1939—45. proizvodila je oružje. God. 1948. izradila je britanski džip koji se zove *Land Rover* (Lend Rover) i njime je postigla najveći uspjeh. Sada ih izrađuje oko 250 000 na godinu. Rover je jedina tvornica koja je u mirno doba postigla najveći uspjeh vojnim automobilima.

Novi Mercedes imao je motor od 5900 cm³ i 35 KS s mnogo krupnih novosti. Sudjelovao je na sportskom takmičenju u Nici 1901, i nakon sjajnih uspjeha na tim trkama počeo je nov uspon Daimlerove tvornice, koja je kasnije spojena s Benzovom tvornicom pod imenom Daimler-Benz, te do danas izrađuje automobile Mercedes novih i sve boljih tipova.

Njemačka je izgubila dva rata, a u granicama od 1945. u *Saveznoj Republici Njemačkoj* ostalo je oko 515 000 osobnih automobila. Kad se privreda počela oporavljati, automobilska industrija je zauzela prvo mjesto. Od 86 poduzeća koja su 1922. izrađivala automobile ostalo je 1961. samo 10 velikih modernih tvornica, koje nisu mogle udovoljavati svim narudžbama. Već 1955. SR



Gore: Daimlerov »Phönix« iz 1901. Prvi »Mercedes« Emila Jellineka



Lijevo: Mercedes-Benz »220 SE«, motor 6 cil. u jednom redu, 2195 cm³, 134 KS, brzina 170 km na sat

Njemačke tvornice automobila. U Njemačkoj je automobil izumljen i ondje je mnogo učinjeno da se usavrši, ali je prodaja slabo napredovala. Čitava je njemačka industrija imala 1897. pet puta manji promet nego sama tvornica De Dion-Bouton u Parizu. Prekretnica je nastala 1901, kada su automobili austro-ugarskog diplomate *Emila Jellineka* na trkama u Nici iznijeli nekoliko uzastopnih pobjeda. To su bili automobili *Phönix* (Feniks) Daimlerove proizvodnje. Na tim trkama Jellinek je automobil nazvao *Mercedes* po imenu svoje kćerke. Kad je na idućim trkama, na drugom Phönixu, poginuo najbolji vozač, Jellinek nije htio više kupovati benzinske fijakere s visokim kotačima, nego je u Stuttgartu za 550 000 maraka naručio 36 automobila koji su se imali izraditi po njegovoj želji.

Volkswagen. Konstruktor je tog automobila *Ferdinand Porsche*. On se rodio u Bratislavicama na Nisi u Češkoj, gdje je izučio limarski zanat. Poslije toga učio je u Beču u večernjim tečajevima mehaniku i elektrotehniku. U 22. godini on je već konstruktor u elektrotehničkoj tvornici u Beču, a od 1897. u tvornici kočija *Ludwiga Lohnera* (Lonera), gdje je konstruirao elektromobil, koji je uskoro osvojio Beč, Pariz i osobito London. Poslije toga Porsche je zbog svoje nagle naravi često mijenjao tvornice.

Godine 1933. dobio je od njemačke vlade nalog da izradi narodno vozilo, Volkswagen. Prva tri automobila dovršio je tek 1936, jer ih je neprekidno prerađivao i dotjerivao. Pošto su njegovi uzorci prihvaćeni, vlada je odlučila da tvornica Daimler-Benz izradi 30 Volkswagena, a kasnije

još 30 s kojima su vršene pokusne vožnje. Temelji nove tvornice u Wolfsburgu položeni su 1938, ali u njoj do početka rata 1939. nije izrađen nijedan Volkswagen; izrađivala su se samo vojna vozila.

Poslije rata 1945. počeli su se u tvornici u Wolfsburgu izrađivati prvi Volkswageni za britansku vojsku, ali je 1947. britanska stručna komisija odlučila da se tvornica napusti jer da se ne isplati razvijati taj tip automobila s odviše ružnom karoserijom i bučnim motorom.

Britanci su vodstvo tvornice povjerili 1948. *Heinzu Nordhoffu* (Hajncu Nordhofu), nekadašnjem tehničkom direktoru Opela, a on je u kratkom vremenu tako razvio proizvodnju da je već te godine izrađeno 19 244 kola. God. 1957. izlazila su iz te tvornice svake minute po 3 automobila, ali ni time se nisu mogle zadovoljiti sve narudžbe. Sagrađene su još tri tvornice kod Hannover-Stöckena (Štekena), u Braunschweigu (Braunšvajgu) i u Kasselu. God. 1961. proizvodnja je porasla na 4000 automobila na dan, a konstruiran je i novi Volkswagen s motorom od 1500 cm^3 i karoserijom talijanskog tipa. Sada izrađuje više tipova; najpoznatiji su od 1200, 1300, 1500 i 1600 cm^3, sa stražnjim zagonom i zračnim hlađenjem motora, a u SAD izvozi godišnje 650 000 vozila.



Gore: Volkswagen iz 1948. s motorom od 36 KS, brzina 110 km na sat

Dolje: Volkswagen iz 1961. s motorom od 54 KS, brzina 125 km na sat



Porsche. Sin Ferdinanda Porschea, Ferry, sagradio je poslije rata novu tvornicu u Stuttgartu i u njoj je izrađivao trkaće automobile što ih je konstruirao njegov otac. God. 1952. podigao je tvornicu u kojoj je poslije nekoliko godina radilo već 1000 radnika. Sada veći dio sportskih kola u svijetu izrađuje Porscheova tvornica i izvozi ih oko 70%. Ferdinand Porsche, koji je konstruirao više od 80 automobila, nije doživio sinov uspjeh; umro je 1951.

Opel. Mladi bravar Adam Opel pošao je 1858. iz Rüsselsheima (Rislshajma) u Pariz kako bi se usavršio u zanatu. Zaposlio se u tvornici šivaćih strojeva, koji su tada bili velika novost. Pošto se dobro izvježbao u radu, vratio se kući i podigao tvornicu šivaćih strojeva, a 1888. i tvornicu bicikla.

Rekord





Poslije Adamove smrti, dva najstarija njegova sina pošla su 1900. u Pariz na izložbu, gdje su otkupili od tvornice *Darracq* (Darak) licenciju za proizvodnju automobila. Uloživši svu dobit tvornice bicikla, podigli su tvornicu automobila. Poslije trka 1907, na kojima se istakao jedan Opelov automobil, počeo je brzi uspon tvornice. Da bi povećali proizvodnju koja je već dosegla 130 000 automobila na godinu, braća Opel nabavili su u Americi opremu za izradbu automobila na tekućoj vrpci. Kad je obnovljena tvornica proradila, dovršavala je više vozila nego što se moglo prodati. God. 1928. nastala je još i privredna kriza, pa je obitelj ostala bez novca, te je morala prodati tvornicu, koju je kupilo američko društvo *General Motors*. Sada u Rüsselsheimu i u novoj tvornici u Bochumu (Bohumu) radi 68 000 radnika, koji izrađuju 570 000 vozila godišnje, od »Kadetta« do »Diplomata«.

Opel »Rekord« 2600 Coupé iz 1961, s motorom sa 6 cilindara od 2605 cm^3, 100 KS, brzina 170 km na sat

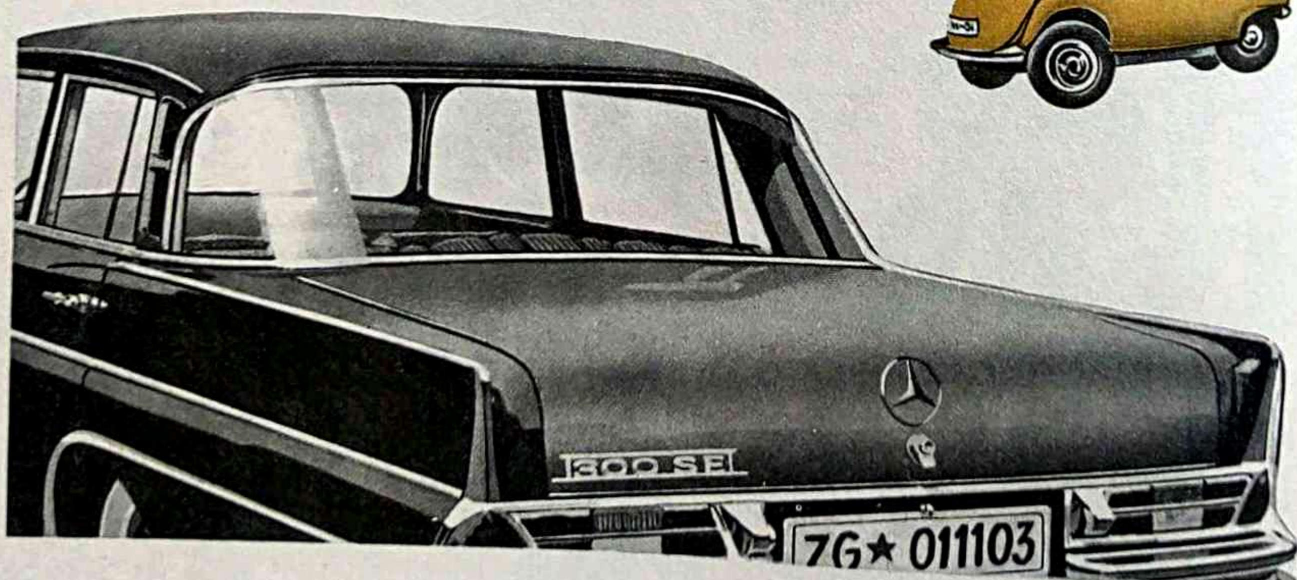
DKW. Otkad su se na cestama pojavili prvi automobili, uvijek se čula želja siromašnijih ljudi za jeftinijim motornim vozilom na četiri kotača. Prvi je tu želju shvatio Benz i izradio mali automobil *Velo*. Kasnije su i drugi konstruktori izrađivali male automobile. U tom je najviše uspjeha imao Danac *Jorgen Rasmussen*, nastanjen u Njemačkoj. On je 1916. za vrijeme rata, kad nije bilo benzina, izradio nekoliko parnih automobila i nazvao ih *DKW* (Dampf-Kraft-Wagen = parni automobil). God. 1922. izrađivao je lake motocikle, koji su pobjeđivali na trkama pod imenom *DKW* (Das kleine Wunder. č. Das klajne Vunder = malo čudo) i osvojili 88 rekorda.

God. 1927. tvornica DKW postala je najveća tvornica motocikla u Evropi. God. 1930. pojavio

Dolje: »Mercedes 300 SE«, motor s injekcijom benzina, 6 cilindara sa 2996 cm^3, 170 KS, 6 sjedišta, diskne kočnice, brzina 190 km na sat

BMW »Isetta 300 Coupé«, 2 + 1 sjedište, jednocilindarski motor, 297 cm, brzina 85 km na sat





se na tržištu i DKW automobil, ali se zbog privredne krize slabo prodavao. Rasmussen je potrošio sav kapital, a spas je našao u udruzi s tvornicama *Horch* (Horh) i *Audi*. Tako je nastalo novo poduzeće *Auto Union*. Do 1935. DKW je izradio oko 255 000 automobila.

Poslije rata tvornice su prešle pod upravu Njemačke Demokratske Republike, a neke su demontirali sovjetski stručnjaci. Međutim, u SR Njemačkoj osnovano je 1949. novo društvo DKW, koje je slabo uspijevalo. Stoga su 1956. tvornice prodane Daimler-Benzu, pa se u Ingolstadtu (Ingolštatu) izrađuju DKW automobili, a u Düsseldorfu samo dijelovi za automobile Mercedes.

NSU društvo osnovala su 1873. dva mehaničara iz Riedlinga an der Donau (Ridlinga na Dunavu), *Christian Schmidt* (Šmit) i *Heinrich Stoll* (Hajnrih Štol). U početku je njihova radionica izrađivala strojeve za pletenje i bicikle, a poslije 1886. i motocikle. Uskoro zatim sagrađena je velika tvornica u Neckarsulmu (Nekarsulmu), gdje je i Daimler 1889. dao izraditi čeličnu kočiju. God. 1901. izišao je iz tvornice prvi motocikl, a 1906. prvi automobil. God. 1928. društvo je gotovo propalo. Novu tvornicu u Heilbronnu (Hajlbronu) kupio je Fiat pod uvjetom da NSU u Neckarsulmu ne izrađuje automobile. Poslije 1945. NSU se brzo razvija i 1956. to je najčuveniјa tvornica motocikla na svijetu. Na vrhuncu uspona izradila je automobil NSU-Prinz i time došla u sukob s Fiatom. Spor je riješen tako da tvornica u Heilbronnu nosi naziv *NSU-Fiat*, a matična tvornica u Neckarsulmu uz motocikle izrađuje automobile Prinz, pa i Spider s Wankelovim motorom. NSU je 1964. izradio ukupno 87 000 automobila.

BMW. Prvi osobni automobil društva Fahrzeugfabrik Eisenach (Farcojgfabrik Ajzenah) izrađen je 1898. po licenciji francuske tvornice Decauville (Dekovil) s Dc Dion-Boutonovim motorom. Od 1914. do 1918. tvornica je izrađivala automobile i avione, ali poslije rata sporo je prelazila na mirnodopsku proizvodnju. Tek 1923. izradila je prvi motocikl *R 32*, kojim je postigla izvrstan uspjeh. Kad je 1929. zapela prodaja, tvornica je morala ući u koncern *Bayerische Motoren Werke* (Bajeriše Motoren Verke), skraćeno *BMW*. U ratu od 1939—1945. tvornica BMW izrađivala je avionske motore i motocikle. U njoj je izrađen i prvi mlazni motor na svijetu. Poslije rata tvornicu u Eisenachu preuzela je Njemačka DR, a ona u Münchenu izrađivala je motocikle. Kad se smanjila prodaja motocikla, tvornica BMW je 1952. započela graditi i automobile, i sada izrađuje različite tipove od najmanje *Isette* do velikog automobila *3200 C* s 8 cilindara i 185 KS. Tvornica BMW je 1964. izradila ukupno 61 300 automobila i 9000 motocikla.

Borgward je ime tvornice dobrih automobila u Bremenu. Iako se Borgwardovi automobili vide još na našim cestama, tvornice više nema, jer je zatvorena zbog novčanih teškoća.

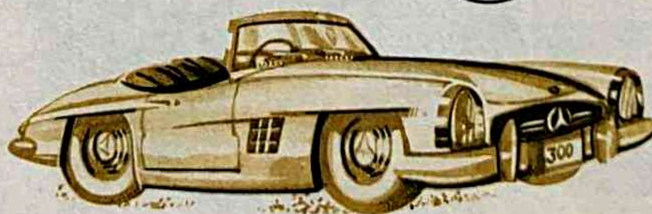


DKW Auto-Union »Junior Berlina«, trocilindarski dvotaktni motor sa 796 cm^3, 39 KS, prednji prigon, 5 sjedišta, brzina 118 km na sat. Dolje: NSU »Prinz 4«, motor straga, 2 cil., 36 KS, brz. 120 km na sat



GLAS je nova tvornica osobnih automobila u Dingolfingu u Bavarskoj (SR Njemačka). Vrlo se brzo razvila jer je uposlila iskusno tehničko osoblje iz drugih tvornica. Sada izrađuje već 14 različitih modela osobnih automobila. Četiri najmanja tipa automobila *ISARD* imaju dvocilindarske dvotaktne motore od 13, 15, 18 i 30 KS, a najveći tip ima četverocilindarski motor od 85 KS i dostiže brzinu od 185 km na sat.





Mercedes-Benz »300 SL Roadster« iz 1957. s motorom od 170 KS, dostiže 230 km na sat



PRESJEK MODERNOG AUTOMOBILA

NEKI SASTAVNI DIJELOVI AUTOMOBILA S OZNAKOM TKO IH JE I KADA IZUMIO, ILI IZVRŠIO PRVI PIONIRSKI RAD NA KONSTRUKCIJI, TKO IH JE I KADA PRVI IZRADIO U VEĆOJ SERIJI TE KAD SU SE, OPĆENITO PRIHVAĆENI, PROŠIRILI NA SVA VOZILA U SVIJETU


HISPANO-SUIZA


STUDEBAKER



POLUGA MJENJAČA ...
P. BOLLÉE 1898; S. ...

BRISAČ STAKLA: RUČNI JEDNOSTAVNI 1914; MEHANIČKI RUČNI 1920; MEHANIČKI 1922; ELEKTRIČNI DVOSTRUKI 1928; ZGLOBNI 1950.

SIGURNOSNA STAKLA: P. 1912; O. 1929.

FILTAR ZA ZRAK: S. PACKARD 1925; O. 1928.

INVERTNI RASPLINJAČ: O. 1932.

MOTOR S HEMISFERNOM GLAVOM CILINDRA: S. TALBOT 1936; BMW 1936.

ELEKTRIČNA RASVJETA: O. 1924; 12 VOLTA 1958.

BLATOBRANI UGRAĐENI U ŠKOLJKU: BUGATTI 1923.

PNEUMATSKI OVJES: P. MESSIER 1932; S. (HIDROPNEUMATSKI) CITROËN 1955.

ZRAČNI OTVOR: UGRAĐEN U ŠKOLJKU: 1934; SPORT 1938; S. 1940.

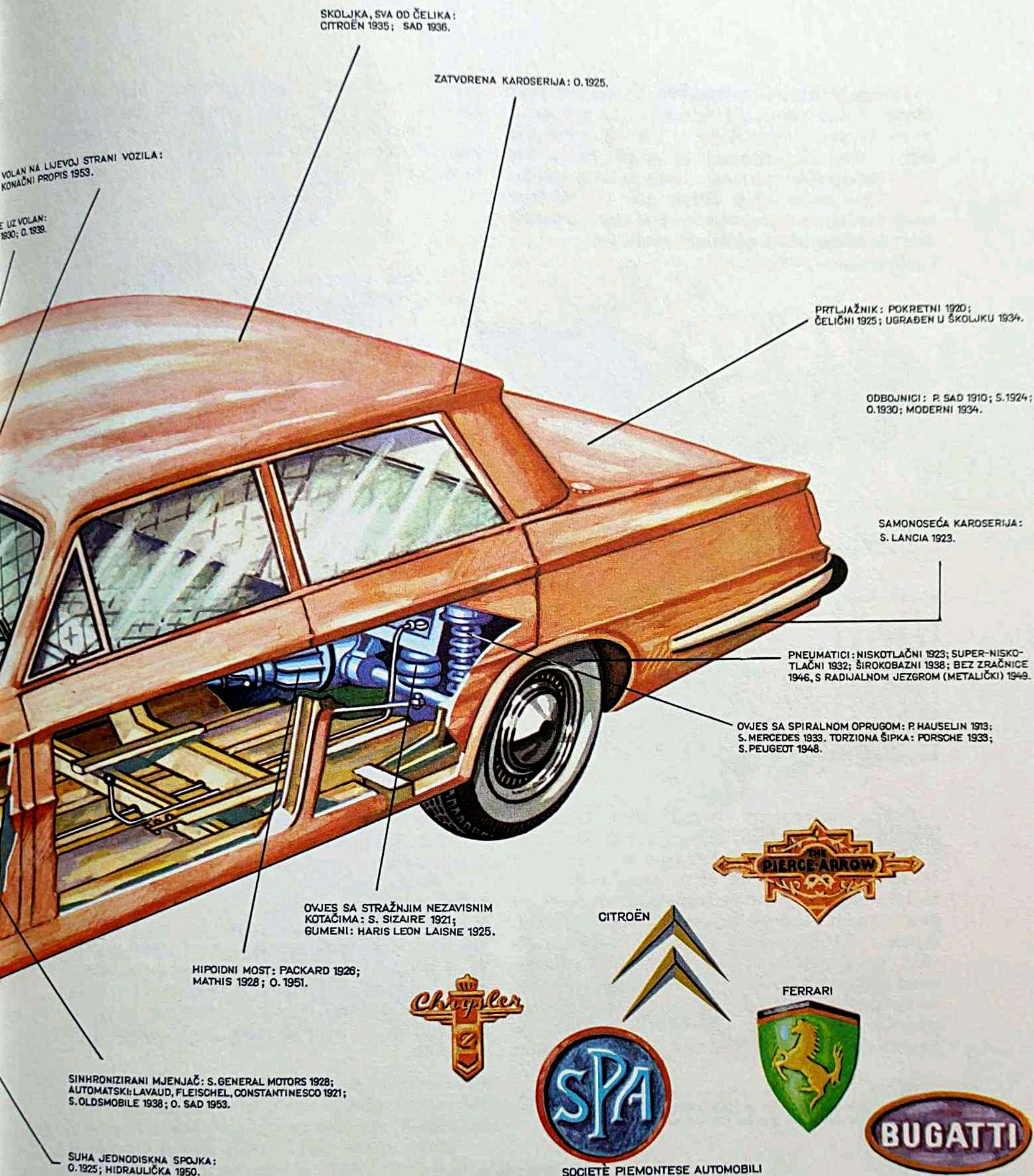
REFLEKTORI UGRAĐENI U ŠKOLJKU: 1927.

BATERIJSKO PALJENJE; S. 1928.

OVJES S PREDNJIM NEZAVISNIM KOTAČIMA: S. SIZAIRE 1921; O. PEUGEOT 1931.

SISALJKA ZA BENZIN: ELEKTRIČNA 1928; MEHANIČKA O. 1932.

POKRETAČ: ELEKTRIČNI P. 1913; S. GENERAL MOTORS 1914; O. 1924.



E KOČNICE: P. 1923;
JČKE 1924; O. 1950.

NITO PRIHVAĆENO
IZRADBA, IZUM ILI PIONIRSKI RAD
SKA PROIZVODNJA

Talijanske tvornice automobila. Italija je središte automobilske mode. Zacijelo nitko ne voli automobile kao Talijani. Stoga su vrlo često bili najljepši i najbrži talijanski automobili. Italija ima sada četiri velike tvornice, ali isto su tako poznate u svijetu i radionice u Torinu gdje odlični majstori modelari kroje uzorke prekrasnih karoserija koje vladaju automobilskom modom.





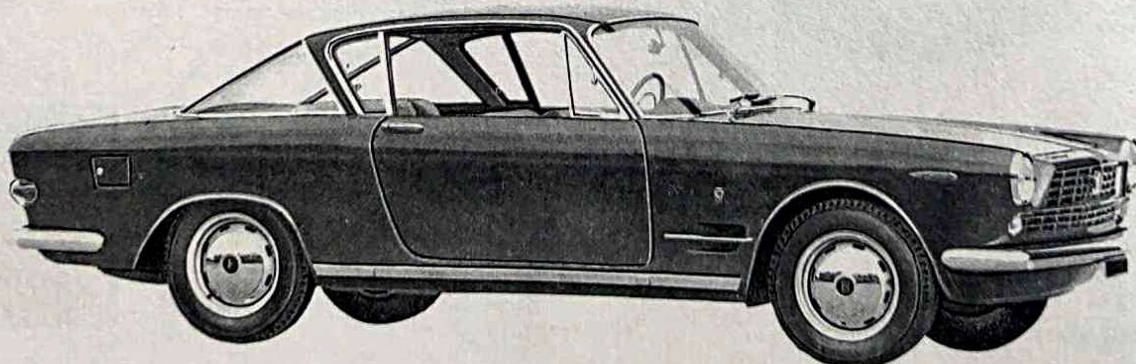


Gore: popularni »Topolino« iz 1936; prodavao se uz cijenu od 9750 lira; brzina 85 km na sat

Jedan od prvih automobila tvornice Fiat iz 1899. Vodoravni motor sa 2 cilindra od 679 cm³, 3 KS, tjerao ga je brzinom od 40 km na sat.

FIAT. Penzionirani bogati oficir Giovanni Agnelli (Đovani Anjeli) utemeljio je društvo koje je 1899. sagradilo malu tvornicu u kojoj je radilo 10 radnika i u godinu dana izradilo 10 automobila. Agnelli je zatim podigao novu tvornicu pod imenom *Fabbrica Italiana Automobili Torino*, skraćeno FIAT, u kojoj je on bio upravitelj do 1925. On je predložio da se zbog reklame počnu izrađivati trkaći automobili. Fiat je poslije 1901. osvajao jednu trku za drugom i stekao svjetski glas. Za vrijeme rata 1914—1918. izrađivao je Saveznicima avione i kamione, a 1920. izgradio je u Torinu peterokatnu tvornicu, koja je na krovu imala 1 km dug auto-put za iskušavanje motornih vozila. God. 1936. pušten je u prodaju Fiat 500, tzv. *Topolino* (mišić, Miki-Mauz), koji se brzo proširio svijetom. Iduće godine slijedili su tipovi 1100, a zatim tip 2800. Ta su tri tipa pronijela tvornici glas i poslužila kao uzorci za nove tipove dovršene poslije 1945, i to za: Fiat 500, Fiat 600 (popularni »fićo«), 1100 (millecento, č. milečento) i druga veća vozila. Fiat ima danas 20 tvornica sa oko 90 000 radnika, pa je po broju radne snage najveće industrijsko poduzeće te vrsti u Evropi, ali po produkciji od 1 391 221 automobila godišnje nalazi se na drugom mjestu, jer je više od polovice radnika uposleno u tvornicama brodskih, podmorničkih i avionskih motora, aviona, helikoptera, motornih lokomotiva, raketa itd., a sve te tvornice rade pod zajedničkom upravom.

»Fiat 2300 S Coupé«, jedan od najljepših automobila s karoserijom Ghie, brzina 190 km na sat





Alfa Romeo. Francuski tvorničar automobila *Alexandre Darracq* (Aleksandr Darak) podigao je 1906. u Milanu radionicu za popravak svojih taksija. Poslije tri godine iz nje se razvila mala tvornica automobila koja se zvala *Anonima Lombarda Fabbrica Automobili*, skraćeno ALFA. Nju je 1911. kupio inženjer *Nicoló Romeo* (Nikolo Romeo). God 1918. počeo je on izrađivati trkaće automobile pod imenom Alfa Romeo, ali uspjeh je postigao tek kad mu je pridošao čuveni Fiatov konstruktor *Vittorio Jano*. Njegovi su automobili 1925. na utrkama u gradu Spau bili tako premoćni da su čuveni vozači *Alberto Ascari* (Askari), *Giuseppe Campari* (Đuzepe Kampari), *Enzo Ferrari* i *Brilli-Perri* osvojili sve prve nagrade zbijajući šale na trkalištu.

Do 1928. tvornica Alfa-Romeo izrađivala je male serije skupljih ali izvrsnih automobila, a zatim je ponovno počela izrađivati trkaća vozila, s kojima je pobjeđivala na utrkama sve do 1933, kad su vodstvo preuzeli njemački *Mercedesi*. Tada je društvo palo u novčanu krizu, a spasila ga je država koja je otkupila tvornicu i dodijelila je ustanovi *Istituto per la ricostruzione* (rikostrucione) *industriale*, skraćeno IRI. Taj institut i sada upravlja tvornicom, koja je 1968. proizvela 99 719 vozila. Najčuvenija je *Giulia 1300*.

Enzo Ferrari. Institut IRI napustio je gradnju skupih trkaćih automobila, i taj odjel ustupio je društvu *Scuderia Ferrari* (skuderia = staja za trkaće konje), koje je Ferrari osnovao 1929. On je izradio još nekoliko trkaćih vozila, a osobito se pročuo 1961. vozilom aerodinamičkog oblika s motorom od 2417 cm³ sa 6 cilindara raspoređenih u obliku slova V, kojim je i 1962. osvojio mnoge nagrade. Sada proizvodi 730 vozila godišnje.

Lancia. Ovu je tvornicu osnovao *Vicenzo Lancia* (Vićenco Lančja), koji je bio najprije knjigovođa, a kasnije vozač Fiatovih automobila. Kao trkaći vozač bio je oko 1906. poznat širom svijeta. Na različnim trkama zaslužio je toliko novaca da je mogao osnovati samostalnu tvornicu automobila Lancia. Prvo njegovo vozilo naličilo je na automobile Rolls-Royce, ali se nije moglo prodati. Tek 1909. treći tip automobila Alfa 51 postigao je uspjeh i omogućio da se tvornica proširi. Otad Lancia gradi, uz kamione i autobuse, skupe ali izvrsne sportske automobile, koji su poznati među sportašima cijeloga svijeta.

Torinski majstori modelari. U nastojanju da proda što više automobila, svaka je tvornica izrađivala sve ljepša i sve raskošnija vozila. Tako je automobil ukrašen kromiranim i posrebrenim dijelovima postao i predmet mode. Mnogi bogataši naručuju za svoje velike serijske automobile posebne karoserije i za njih plaćaju više milijuna dinara. Najviše ih naručuju u Torinu kod majstora modelara, koji danas vladaju modom automobila.



Ferrari »330 Gran Turismo«, među najbržima na svijetu, 12 cil., 300 KS, 300 km na sat



Alfa Romeo »2600 Berlina« iz 1962. Motor 6 cilindara, 148 KS, brzina 175 km na sat



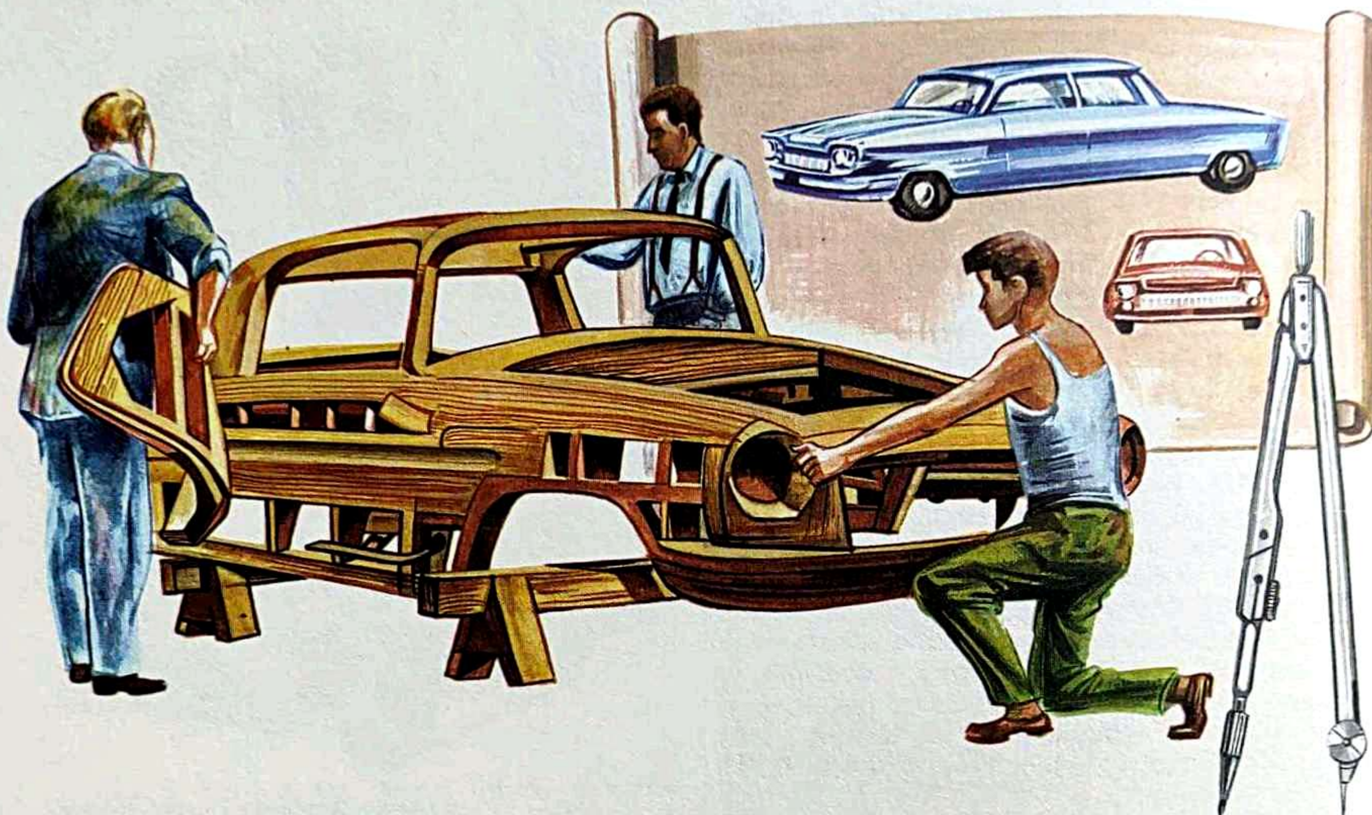
Lancia »Flavia Berlina« iz 1963, 4 cil., prednji prigon, 92 KS, do 160 km na sat



Utemeljitelj je torinskog središta mode *Gianbattista* (Đanbatista) *Farina*. On se rodio 1895. kao posljednji od desetero djece, pa je u obitelji dobio nadimak *Pinin*, što u torinskom narječju znači mališan. Pininov otac bio je stolar-tapetar,

koji je za tvornice Fiat i Lanciu izrađivao drvene dijelove karoserija. Vicenzo Lancia prvi je otkrio da je Pinin ne samo nadaren modelar nego i da izvrsno pravi nacrte za ukusne karoserije. Lancia je uposlio Pinina i njegovom zaslugom nije osjetio privrednu krizu 1928—1932, jer su se automobili s Pininovom karoserijom uvijek dobro prodavali. Pod geslom »ljepota se bolje prodaje« Pinin je izradio više stotina modela.

karoserija za Citroënove automobile i Renaultovu Dauphine (Dofin). *Carlo Ghia* (Karlo Gia) radi za Chryslera i neke njemačke tvornice. *Nucio* (Nućio) *Bertone* ističe se osobito otmjenim modelima, a izradio je karoserije za kola Prinz-Coupé tvornice NSU. *Pietro Frua* specijalist je za plastične mase; njegov je Lloyd 600. *Enrico Nardi* »učenjak-umjetnik« izrađuje samo 1—3 modela godišnje za Rolls-Roycea, Jaguara, za indijske maharadže i dolarske bogataše. *Giovanni Michelotti* (Đovani Mikeloti), Fruin učenik, putuje svijetom, svagdje ga nestrpljivo očekuju i neprekidno mu stižu narudžbe za nove modele. *Alfredo Vignale* izrađuje karoserije za tvornicu Fiat i poneke za BMW.



Prvi torinski »carrossieri«, majstori modelari automobilskih karoserija, izrađivali su lijepe drvene modele u dvorištima svojih kuća. Kad su se obogatili, podigli su dobro opremljene radionice koje su postale svjetsko središte automobilske mode. Sada izrađuju vrlo ukusne karoserije za većinu automobilskih tvornica u svijetu

Kad je 1956. Pinin došao u London na sjednicu Kraljevskog društva umjetnosti, čiji je postao član, susreo se s upraviteljem udruge British Motor Corporation, koja je morala otpustiti 6000 radnika zbog smanjene prodaje automobila. Upravitelj je zamolio Pinina da izradi karoseriju za automobil Austin A 40. Taj je tip automobila s Pininovom karoserijom doživio toliki uspjeh da su svi evropski tvorničari pošli u Torino s narudžbama.

I u Americi je 1955—56. smanjena prodaja, i sva su skladišta bila puna neprodanih automobila. Prodavači su došli do uvjerenja da nitko ne želi kupiti nov automobil koji se gotovo ni po čemu, osim po jačem motoru, ne razlikuje od prošlogodišnjega. General Motors i Ford odmah su odlučili da promijene karoserije na svojim vozilima i poslali su pregovarače u Torino. Za svaki model platili su oko 100 000 dolara, ali su im novi tipovi donijeli dobit od više milijardi. Otad je počelo pravo hodočašćenje u Torino.

Današnji su torinski majstori modelari gotovo svi sljedbenici ili učenici Pinina Farine. Najčuveniji su *Serafino Alemano* koji je izradio modele

Za svaku novu karoseriju crtači najprije izrade i po više stotina skica. Pošto naručitelj izabere najpogodniju, iscrtava se obojen nacrt u naravnoj veličini. Po njemu modelari izrađuju drveni model, a inženjeri u nj ugrađuju motor, prenosni uređaj, upravljač, ploču i druge dijelove. Pri tom se drveni model preinačuje i dotjeruje dok se svi dijelovi ne smjeste kako treba. Nakon toga limari izrađuju limenu karoseriju i napokon je ličioci lakiraju. To je tzv. prototip po kojemu onda svaka tvornica radi ostale školjke serijski.



Austrijske tvornice. Na području današnje Austrije postojale su tri tvornice automobila. Prva je *Austro-Daimler*, osnovana 1899. uz veliku tvornicu strojeva u Wiener Neustadtu (Viner Nojštatu). Drugu tvornicu osnovao je *Johan Puch* (Puh). On je 1899. utemeljio u Grazu (Gracu) tvornicu bicikla i u njoj je 1901. izradio prvi motocikl, kojim je osvojio pokal Francuskoga motociklističkog kluba. God. 1906. počeo je izrađivati automobile, koji su se isticali na sportskim takmičenjima. Nakon rata 1918. Puch je prestao graditi automobile. Treća tvornica *Steyr Werke* (Štajr Verke) razvila se u starom rudarskom i željezarskom gradu Steyru iz čuvene tvornice oružja, koja je po mirovnom ugovoru 1918. morala obustaviti rad. Zbog toga je tvornica 1929. počela proizvoditi kuglične ležaje i automobile pod Porscheovom upravom. Već prvi Steyrovi automobili postigli su velik uspjeh jer je Porsche bio izvrstan konstruktor, a radnici su se ranije, za izradbe oružja, izvježbali u preciznom radu.

God. 1934. spojile su se sve tri tvornice u novo društvo *Steyr-Daimler-Puch*, ali je tvornica u Wiener Neustadtu zatvorena. Otad su ostale dvije tvornice izrađivale kamione, a 1936. dovršile su malen automobil Steyr-Baby aerodinamičke linije s pomičnim krovom i motorom od 500 cm^3.

U ratu 1939—45. srušene su obje tvornice. Ona u Steyru prva je popravljena, počela je izrađivati opet kuglične ležaje, koji su uskoro stekli svjetski glas, a 1949. sklopila je ugovor s tvornicom Fiat i otad izrađuje automobile *Steyr-Fiat*, blizance našeg Fiata 600. Međutim, tvornica se ne ograničuje samo na montiranje nego i sama izrađuje većinu dijelova za Fiatove automobile, a u posljednje vrijeme izrađuje kamione i traktore vlastite konstrukcije.

Nešto kasnije popravljena je i Puchova tvornica u Grazu, koja izrađuje čuvene motocikle i skutere, od kojih se oko polovica izvoze u sve zemlje svijeta. Kad je 1955. smanjena potražnja motocikla, tvornica u Grazu je konstruirala vlastite tipove i 1968. izradila 700 osobnih automobila.

Sovjetske tvornice automobila. Prvi automobili uvezeni su u Rusiju 1900. na carski dvor iz Daimlerove tvornice. Već 1904. održane su i prve trke između Moskve i Minska. U Rigi je 1912. podignuta velika radionica koja je samo sastavljala vozila od uvezenih dijelova.

Prva tvornica kamiona podignuta je tek poslije revolucije. Sagrađena je 1924. u Moskvi. Kasnije je dobila Staljinovo ime, a nedavno je nazvana po njezinu dugogodišnjem upravitelju *Lihačevu*. Druga tvornica kamiona sagrađena je 1926. u Jaroslavu, sjeveroistočno od Lavova. Obje su ove tvornice radile gotovo na ručni način, a 1930. izradile su oko 4500 osobnih automobila. Kad su 1930. širom zemlje uspostavljene mašinsko-traktorske stanice, vrlo je naglo porasla potražnja traktora, pa su se 1932. počeli izrađivati kamioni od 3,5 tone na tekućoj vrpci prema Fordovu uzoru.

Prema prvom petogodišnjem planu sagrađena je u Gorkom na Volgi nova tvornica *Molotov*, koja je opremljena strojevima što su uvezeni iz Amerike. U njoj su se 1936. serijski izrađivali kamioni i jedan tip putničkog automobila prema Fordovu modelu A, ali već 1937. izrađen je osobni automobil ML vlastite konstrukcije. Jaroslavska tvornica proširena je 1938. i u njoj su se izrađivali kamioni od 8 do 10 tona nosivosti, a poslije 1938. i autobusi s Fordovim donjim ustrojem. Potkraj 1938. porasla je sovjetska proizvodnja na 111 000 vozila godišnje, ali je kasnije zbog opasnosti od rata nešto smanjena jer se ubrzala izradba tenkova.

Osobito brz razvoj sovjetske industrije počinje 1946. Sovjetski stručnjaci demontirali su u Brandenburgu u Njemačkoj veliku Opelovu tvornicu kamiona, a u Rüsselsheimu tvornicu koja je izrađivala osobne automobile Opel-Kadett sa četverocilindarskim motorom od 1100 cm^3 i 23 KS. Strojevi su prevezeni i montirani u Lihačevljevoj tvornici u Moskvi, gdje se 1946—56. izrađivao tip Opel-Kadett pod imenom *Moskvič*. On je 1956. zamijenjen tipom vlastite konstrukcije *Moskvič 402*. Posljednji tip *Moskvič 412* ima motor od 1479 cm^3 i *65* KS, sinhronizirani mjenjač, grijanje unutrašnjosti karoserije i mjenjačku polugu na volanu; dostiže brzinu od 140 km na sat.





Moskvič 407, sovjetski automobil Moskovskog zavoda. Motor 4 cil., 51 KS, brz. 115 km na sat





Sovjetski diplomatski automobil Zil, 5980 cm^3, osamcilindarski V motor, brzina do 170 km na sat. Osam sjedišta

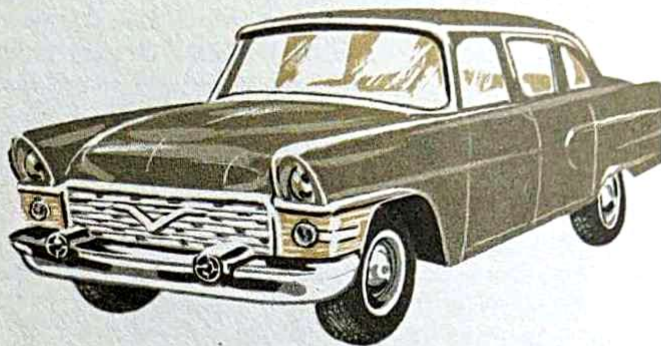
Nove tvornice sagrađene su uskoro u Minsku i Uljanovsku, a stare u Moskvi i Jaroslavu obnovljene su tako da je sada čitava sovjetska automobilska industrija moderno i izvrsno opremljena. Osim ovih 5 tvornica podignute su tvornice automobilskih dijelova u Kujbiševu, Kutaisu (Kavkaz), Serpuhovu, Pavlovsku, Lavovu, Zaporožju i Mijasu (na Uralu). Mnoge od tih tvornica izrađuju još kompletne motocikle i skutere, a u Mijasu se izrađuju i mali automobili tipa *Bjelka*.

Lihačevljeva tvornica u Moskvi izrađuje cestovne krstarice *ZIL 111* s motorom od 8 cilindara, 6000 cm^3 i 220 KS, sa brzinom do 170 km na sat, s automatskim mjenjačem i 7 sjedišta. Osobne automobile izrađuje i tvornica u Gorkom, koja je 1958—60. izrađivala tip *Pobjeda* i tip *ZIM*. Ova se dva tipa automobila najviše vide na sovjetskim cestama, ali se više ne izrađuju. Pobjeda je zamijenjena tipom *Volga M 21* s motorom od 2500 cm^3, 80 KS i brzinom do 130 km na sat, Model *GAZ 69* je vojno vozilo, veće od američkog džipa. Sovjetski džip ima 6 stupnjeva brzine za vožnju naprijed i 2 stupnja za vožnju natrag te pogon na sva četiri kotača; osobito je dobar na bespuću. Izrađuje se u velikim serijama nepoznatog broja. Tvornica u Gorkom izrađuje sada tip *Čajka* s motorom od 8 cilindara, 5506 cm^3, 195 KS, koji dostiže brzinu od 160 km na sat, i tip *Volga M 22* s motorom od 4 cilindra, 2445 cm^3 75 KS, koji dostiže brzinu od 135 km na sat.

Najmanji narodni automobil *Zaporožec* izrađuje tvornica u Zaporožju (Ukrajina). To vozilo ima oblik Fiata 600, a motor sa zračnim hlađenjem kao Volkswagen. God. 1961. izrađeno je 10 000 takvih vozila.

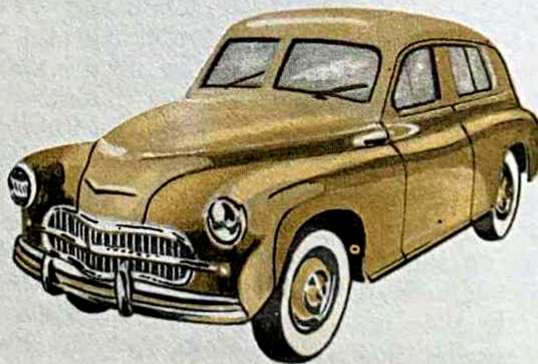
U Uljanovsku se sada izrađuju laki kamioni do 1,5 t nosivosti, u Gorkom kamioni od 2,5 t, u Moskvi od 4 t, u Jaroslavlu od 10 t, a u Minsku do 45 t.

SSSR je 1968. proizveo 288 650 osobnih i 520 600 teretnih vozila. Sad se grade u suradnji s Francuskom i Italijom (Fiat) 2 goleme tvornice automobila koje će utrostručiti godišnju proizvodnju.



Gorki, Čajka; 4 cilindra, 2445 cm^3, 100 km na sat

Poljska proizvodnja automobila. Poljska je 1950. izgradila blizu Varšave tvornicu automobila u kojoj je 6000 radnika izrađivalo na dan oko 25 vozila tipa *Warszawa* prema sovjetskom tipu Pobjeda. Od 1957. izrađuje vlastiti automobil *Syrena* s dvotaktnim motorom od 744 cm^3 i prednjim pogonom koji sliči njemačkom tipu DKW. Druge dvije tvornice u Starahowicama i Lublinu izrađuju kamione sovjetskog tipa. Poljska je 1968. proizvela ukupno 42 900 osobnih i 34 600 teretnih automobila.



Warszawa (Varšava), 4 cilindra, 2120 cm^3, 115 km na sat

Mađarska izrađuje u jednoj tvornici vrlo dobre teretne automobile. God. 1968. izradila je 9200 takvih vozila. Na kamionskim donjim ustrojima dograđuje autobusne školjke i takvom kombinacijom proizvodi godišnje nekoliko stotina autobusa tipa Ikarus, koje i izvozi najviše u socijalističke zemlje, osobito u Kinu.

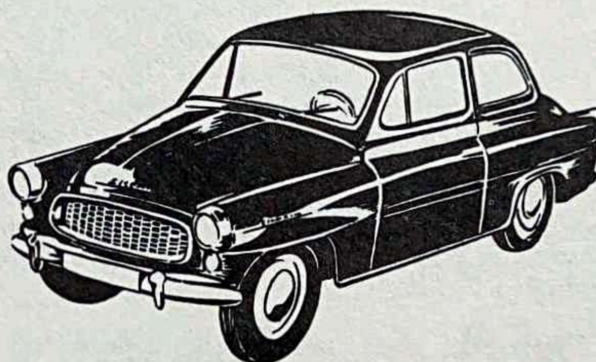


»Prezident« izrađen 1897, u radionici kočija koju je 1853. otvorio Ignac Šustala u Koprivnicama. Tvornica je 1918. dobila ime Tatra

Čehoslovačka ima staru automobilsku tradiciju. U mjestu Mlada Boleslav kod Praga izrađivala su 1894. dva mehaničara *Antonin Laurin* i *František Klement* prve bicikle u radionici sa 5 radnika i tri stroja. Poslije tri godine dovršili su prvi motocikl, pa su otad do 1905. motocikli *Laurin* i *Klement* osvojili mnoge nagrade i svjetsko prvenstvo. God. 1901. izradili su prvi automobil, a poslije 1907. napustili su izradbu motocikla i posvetili se samo automobilima.



Škoda. God. 1911. spojilo se društvo Austro-Daimler s tvornicom oružja Škoda u Plzeňu, a u novom odjelu za automobile radio je kao glavni konstruktor Ferdinand Porsche. Nakon rasula Austro-Ugarske, Austro-Daimler se otcijepio od čehoslovačke tvornice Škoda, a 1925. pridružila se Škodi tvrtka Laurin i Klement. Tvornica u Mladoj Boleslavi proširena je i modernizirana, a 1933. pojavili su se prvi Škodini automobili. Do 1939, kad je u tvornici radilo 17 000 radnika, izrađeno je 5 tipova dobrih i pouzdanih automobila, koji su se isticali malom potrošnjom goriva. U ratu 1939—45. tvornica je izrađivala sve vrsti vojnih vozila i tenkove. Nakon oslobođenja Čehoslovačke Škoda je bila prva tvornica u socijalističkim zemljama koja je počela izrađivati automobile novih tipova, a državno poduzeće za vanjsku trgovinu *Motokov* imalo je zastupstva u 80 zemalja, pa je Čehoslovačka prva izvozila u inozemstvo svoja motorna vozila. Škodini su tipovi automobila *Octavia Popular*, *Octavia Super*, *Touring Sport*, *Felicia* i *1000 MB* vrlo dobro primljeni u inozemstvu. Tip *1000 MB* počeo se proizvoditi serijski sredinom 1964. Najnoviji tip *110 L* ima motor otraga, 4 cilindra sa 1221 cm³ hlađena vodom; dostiže brzinu od 120 km na sat.



Lijevo: Tatra »77« iz 1934. Motor straga, 8 cilindara hlađenih zrakom. Ledvinkin je aerodinamički oblik školjke još moderan. Dolje: Tatra »603« sa stražnjim motorom, 8 cilindara hlađenih zrakom, 162 km na sat



Gore: Škoda »Octavia«, 4 cilindra, 1089 cm³, brzina 125 km/sat

Tatra. Ova se tvornica razvila iz radionice kočija u Koprivnicama (u Moravskoj), koja je 1897. počela u svoja vozila ugrađivati Benzove motore. Uskoro je ta najstarija tvornica automobila u Austro-Ugarskoj izrađivala po Benzovoj licenciji dobre automobile, od kojih je najpoznatiji bio *Prezident*.

Poslije prvoga svjetskog rata tvornicu je preuzelo novo istoimeno društvo, a za glavnog konstruktora postavljen je veoma sposoban inženjer *Edvin Ledvinka*, koji je vrlo brzo izradio izvrsne automobile s mnogo tehničkih novosti. Njegovi se automobili vide još i danas na evropskim cestama. Ledvinka je izradio prvi aerodinamički serijski automobil sa stražnjim motorom tipa *Tatra 77*, iz kojeg se 1950. razvio moderni *Tatraplan*, te 1958. *Tatra 603*, koji ima stražnji motor od 2500 cm³ i 100 KS te izvrstan diferencijal s mjenjačem, po kojemu je Ledvinka stekao svjetski glas. U najnovije vrijeme Tatra izrađuje većim dijelom kamione i vojna vozila.

Čehoslovačka je 1968. proizvela ukupno 125 500 osobnih i 22 600 teretnih automobila.



Wartburg Coupé, 2 cil., dvotakt., 100 km na sat



Talleres, Španjolska, 2 cil., dvotakt., 100 km na sat

Njemačka Demokratska Republika ima državnu tvornicu VEB u Eisenachu (Ajzenahu), gdje se izrađuje nekoliko tipova osobnih automobila od kojih je najnoviji *Wartburg* s motorom od 991 cm^3, 50 KS i brzinom do 122 km na sat. On se prodaje po vrlo povoljnoj cijeni i u zapadnoj Evropi s različitim karoserijama kao limuzina, kabriolet, coupé i kombi za kampiranje. Sada je najpopularniji tip *Trabant 600* s dvocilindarskim dvotaktnim motorom od 594 cm^3 i prednjim pogonom. Ukupna se proizvodnja 1968. kreće oko 115 000 osobnih i 23 000 teretnih vozila.

Nizozemska nema stare tradicije u proizvodnji motornih vozila. Nizozemci su do nedavna kupovali njemačke, francuske i britanske osobne automobile. Sada na jedan osobni automobil dolazi 5 stanovnika. Prije 10 godina sagrađena je u toj maloj zemlji golema tvornica *Van Dorne* (*DAF*) koja izrađuje godišnje oko 17 000 izvrsnih automobila *Daffodil*. Oni su od svih automobila s automatskim mjenjačem brzine najmanji na svijetu. Proizvodnja 59 000 osobnih automobila (1968).

Španjolska nije industrijski razvijena zemlja, ali u automobilizmu ipak ima vrlo staru tradiciju. Prva tvornica motornih vozila podignuta je 1900. u Barceloni, a prvi automobil izrađen je 1906. po švicarskim nacrtima. Uskoro su španjolsko-švicarski (*Hispano-Suiza*) automobili stekli širom svijeta najbolji glas i takmičili se s najboljim vozilima čuvenih evropskih tvornica. Oko 1930. bili su automobili Hispano-Suiza najraskošniji na svijetu i njima su se vozili kraljevi i bogate maharadže. Ali čuveni su bili i sportski automobili po pouzdanosti, sigurnosti i brzini.

Slaba španjolska industrija, koju su još nagrizale mnoge unutrašnje političke i socijalne trzavice, građanski rat i borbe s drugim evropskim tvornicama, nije mogla izdržati takmičenje s industrijskim velesilama, pa je tvornica automobila propala, a izvrsni su automobili Hispano-Suiza nestali s evropskih cesta. Istisla su ih Rolls-Royceova i Daimlerova vozila. Oko 1950. španjolska industrija izrađivala je samo oko 350 malih automobila na godinu, ali sada već dvije tvornice proizvode godišnje oko 394 000 vozila, od toga oko 82 000 osobnih automobila. Najveća tvornica *Seat* u Barceloni povezala se s talijanskim Fiatom i izrađuje svoje motore, koje ugrađuje u talijanska vozila. Druga tvornica *Talleres* u Zaragozi izrađuje male automobile tipa *Sider*.

Švedska je gotovo dva puta veća od Jugoslavije, ali ima samo 7,5 milijuna stanovnika. Ipak je izvrsno motorizirana (1 automobil na 4 stanovnika) i ima staru tradiciju, jer je još 1927. sagradila u Göteborgu tvornicu automobila *Volvo*, koja je već prve godine izradila 207 osobnih kola. Proizvodnja te tvornice porasla je 1968. na 186 000 osobnih automobila. Osim toga, čuvena tvornica aviona *SAAB* u Trollhättanu izrađuje oko 40 000 na godinu automobila tipa *Saab*.

Švicarska je industrijska zemlja s razvijenom metalnom i preciznomehaničkom industrijom te s mnogo visokokvalificiranih radnika, ali bez automobilske industrije i tradicije. Ona se po omjeru između broja automobila i stanovnika

SAAB »850«, Švedska, 3 c., dvotakt., 145 km na sat



Sabra, Izrael, 840 cm^3 120 km na sat





Holden, Australija, 6 cil. 2262 cm², 133 km na sat



DAF, Ninozemska, 2 cill., 746 cm³, 105 km na sat

ubraja među prve u Evropi, jer svaki četvrti Švicarac ima automobil, pa iako su švicarski inženjeri izradili još 1906. nacrte za čuvene automobile *Hispano-Suiza*, ona sada nema nijedne tvornice motornih vozila. Ipak neki švicarski industrijalci kupuju njemačke i francuske motore te koristeći njih izrađuju osobne automobile. Tako npr. švicarski tip automobila *Enzmann* ima stražnji motor iz tvornice Volkswagen, a u Švicarskoj su izrađeni ostali dijelovi tog vozila neobičnog oblika bez vrata.

I američka korporacija General Motors ima u Švicarskoj veliku tvornicu u kojoj, od sastavnih dijelova američke proizvodnje, sastavlja automobile koje prodaje u Evropi.

Izrael, mala zemlja brzo izrasla u pustinji, druga je u Aziji po broju automobila u prometu u odnosu na broj stanovnika (1 automobil na 16 žitelja). U početku su se uvozila sva motorna vozila iz Evrope i Amerike; uvoze se i sada ali sve manje jer je u Haifi sagrađena tvornica u kojoj se izrađuju izvrsni poslovni automobili *Sabra* (kćeri pustinje) sa školjkom od plastične mase i nekoliko tipova osobnih i sportskih automobila.

Japan nema starije automobilske tradicije. Do 1950. nije imao nijedne tvornice motornih vozila. Izrađivale su se samo karoserije za autobuse i kamione i u njih su se ugrađivali američki motori. Osobni automobili uvozili su se većinom iz SAD. Automobilska industrija počela se razvijati tek poslije drugoga svjetskog rata. Tvornice koje su u ratu izrađivale oružje prilagodile su svoju proizvodnju mirnodopskim potrebama. Veoma je mnogo tvornica počelo izrađivati automobile, i u roku od samo 15 godina toliko su se razvile da su 1965. mogle dati tržištu oko 300 000 osobnih automobila, 600 000 industrijskih motornih vozila i 290 000 motornih trokolica. U Japanu je do 1965. bilo samo 750 000 osobnih automobila, ili 1 vozilo na 187 stanovnika. U posljednjih 5 godina proizvodnja se povećavala najbrže na svijetu. God. 1968. u Japanu je izrađeno 4 085 826 motornih vozila, od toga 2 055 830 osobnih automobila, a u prometu je 13 milijuna motornih vozila, ili 1 automobil na 8 stanovnika. Tvornice: *Datsun, Mazda, Mikasa, Micubiši, Fudži, Subaru, Tojota* i dr. u Tokiju, Nagoji, Osaki, Ajičiju, Hirošimi i u drugim gradovima proizvode izvrsna i jeftina vozila svih vrsta. Japan je već sada osvojio svjetsko tržište i izvozi automobile u sve države svijeta, a u SAD uspješno konkurira i Volkswagenu, dosad najvećem evropskom izvozniku.

Taivan (Formoza), država na otoku u Tihom oceanu istočno od Narodne republike Kine, sagradila je 1958. uz američku pomoć tvornicu motornih vozila i u njoj izrađuje automobile tipa *ČLN* koji ne zaostaju za japanskim po brzini i pouzdanosti na lošim cestama.

Australija ima dvije tvornice motornih vozila. Jedna izrađuje u malim serijama automobile *Ascort* s Porscheovim motorom, a druga udružena s američkom korporacijom General Motors izrađuje veće limuzine tipa *Holden*.

Mazda, Japan, 4 cilindra, 660 cm³, 100 km na sat



Enzmann »Sport«, bez vrata, motor Volkswagen





Tomos, Tovarna motornih koles, Koper

Jugoslavija. U Jugoslaviji se počela razvijati automobilska industrija tek poslije oslobođenja. Prije drugoga svjetskog rata postojala je samo jedna tvornica motora u Rakovici koja je oko 1938. počela izrađivati kamione, ali je za rata obustavila proizvodnju.

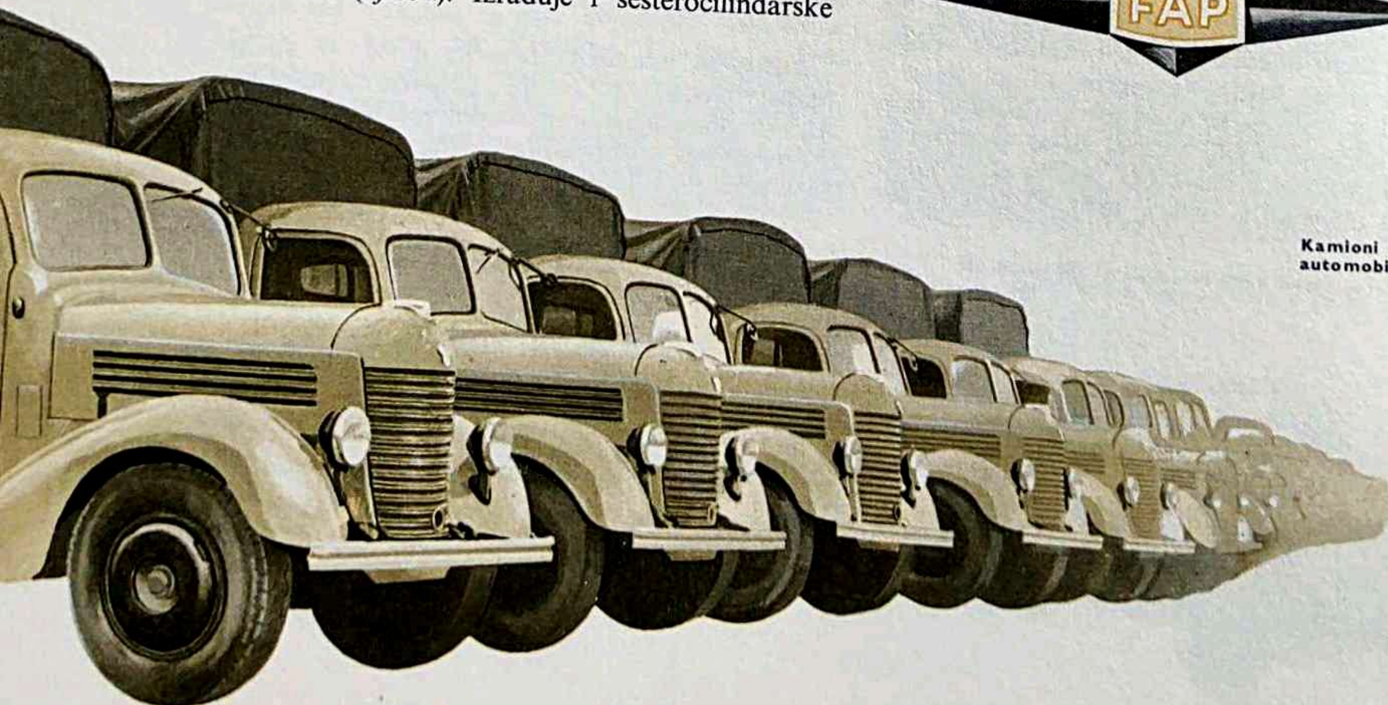
Industrija motora u Rakovici (skraćeno *IMR*) modernizirana je 1947, pa je do 1950. izrađivala kamione od 3 tone nosivosti. Potkraj 1950. izrađivala je prve naše traktore *Zadrugar* s prvim domaćim benzinskim motorom, 1955. izradila je poboljšani tip kamiona s dizel-motorom, a uskoro je izrađivala i benzinske motore s 2, 4 i 6 cilindara za različne svrhe. Glavni su joj proizvodi tri tipa dizel-motora sa 2, 4 i 6 cilindara od 28 do 55 KS za industrijske svrhe, agregate, brodiće, dizalice, traktore, male lokomotive itd.

Dvadeset prvi maj je vojna tvornica u Rakovici koja se 1955. specijalizirala za izradbu benzinskih motora po licenciji talijanske tvornice Fiat i počela ih proizvoditi 1956. Sada izrađuje četverotaktne četverocilindarske benzinske motore od 1901 cm^3 i 46 KS za kamione od 1,5 tone nosivosti; motore od 1295 cm^3 i 72 KS za osobne automobile *Zastava 1300*; motore od 1089 cm^3 i 38 KS za osobne automobile *Zastava 1100*; od 767 cm^3 i 29 KS za osobne automobile *Zastava 750*; od 633 cm^3 i 22 KS za osobne automobile *Zastava 600* (»*fićo*«). Izrađuje i šesterocilindarske benzinske motore od 2279 cm^3 i 117 KS za osobne automobile *Zastava 2300* i motore od 1795 cm^3 i 97 KS za osobne automobile *Zastava 1800 B*. Osim toga proizvodi male motore za motocikle, skutere i mopede, izrađuje i brodske motore od 767 cm^3 od 19 KS. Za naše zrakoplovstvo tvornica izrađuje klipne i mlazne avionske motore.

Famos je kratica za *Fabriku motora u Sarajevu* koja po licenciji austrijske tvrtke Saurer izrađuje različne dizel-motore od 90 do 500 KS za tvornicu teških kamiona u Priboju i osobiti dizel-motor sa 12 cilindara raspoređenih u dva reda pod kutom u obliku slova V za vlakove i brodove.

TAM je kratica za *Tovarnu avtomobilov Maribor* koja je 1907. izradila prvih 60 kamiona nosivosti od 3 tone, a već 1956. proizvela je oko 2000 takvih vozila s benzinskim motorom od 70 KS. U početku je radila po licenciji, ali se ubrzo osamostalila. Potkraj 1954. izradila je prve autobuse sa 25 sjedišta sa šesterocilindarskim motorom od 70 KS. Nakon toga izrađuje i lake kamione *TAM 2000* s nosivošću od 2 tone, a od 1958. kamione *TAM 4500* od 4,5 tone nosivosti s dizel-motorom od 80 KS sa zračnim hlađenjem, koji se ugrađuje i u vatrogasna kola, hladnjače i druga specijalna vozila. Posljednji autobusi s dizel-motorom od 85 KS imaju 30 sjedišta za putnike i 2 sjedišta za posadu, a autobus *TAM Gran turismo* sa šestcilindarskim motorom od 125 KS ima 36 udobnih sjedišta s pomičnim naslonima, klimatski uređaj, radio-prijemnik sa 3 zvučnika i druge uređaje. Ova se tvornica posve oslobodila zavisnosti od inozemstva i gradi još teža vozila.

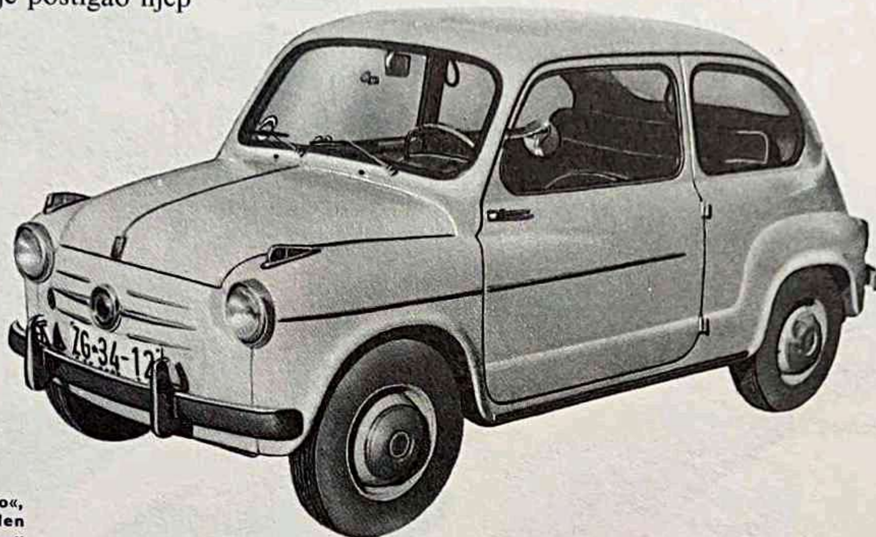




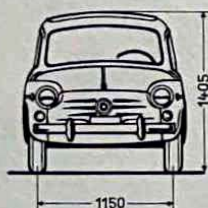
Kamioni iz »Fabrike automobila Priboj«

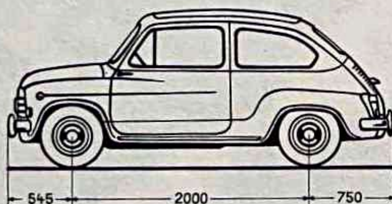
FAP je oznaka *Fabrike automobila Priboj*, koja je 1953. počela izrađivati kamione po licenciji austrijske tvornice Saurer. Sada izrađuje sve dijelove motora i dizel-motore srednje snage u zemlji. Njezini su proizvodi: kamioni, trostrani *kiperi* (kamioni koji se mogu nagibati na tri strane radi istresivanja sipkog tereta), tegljači, auto-cisterne i autobusi. Zbog čvrste konstrukcije vozila i izdržljivosti na neravnom tlu, FAP je postigao lijep uspjeh i u inozemstvu.

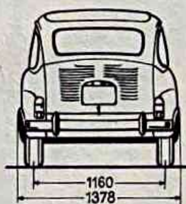


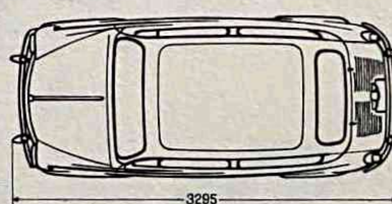


Zastava »600«, popularni »fićo«, prvi osobni automobil izrađen u tvornici »Crvena zastava« u Kragujevcu; motor straga, 4 cil., 22,5 KS, brzina 110 km na sat









Zastava su naši automobili što ih proizvode *Zavodi Crvena zastava u Kragujevcu*, vojno-tehnički arsenal duge tradicije, koji je od 1953. izrađivao terenska vozila (džipove) po licenciji britanske tvornice *Willys* (Vilis). Zavodi su zatim otkupili licenciju za proizvodnju osobnih automobila Fiat i već 1954 . počeli su sastavljati neke tipove Fiatovih vozila od uvezenih dijelova. God. 1962. dovršene su nove radionice za serijsku proizvodnju na tekućoj vrpci velikog kapaciteta (5 automobila na sat ili 32 000 vozila na godinu). Tvornica se i dalje neprekidno proširuje.

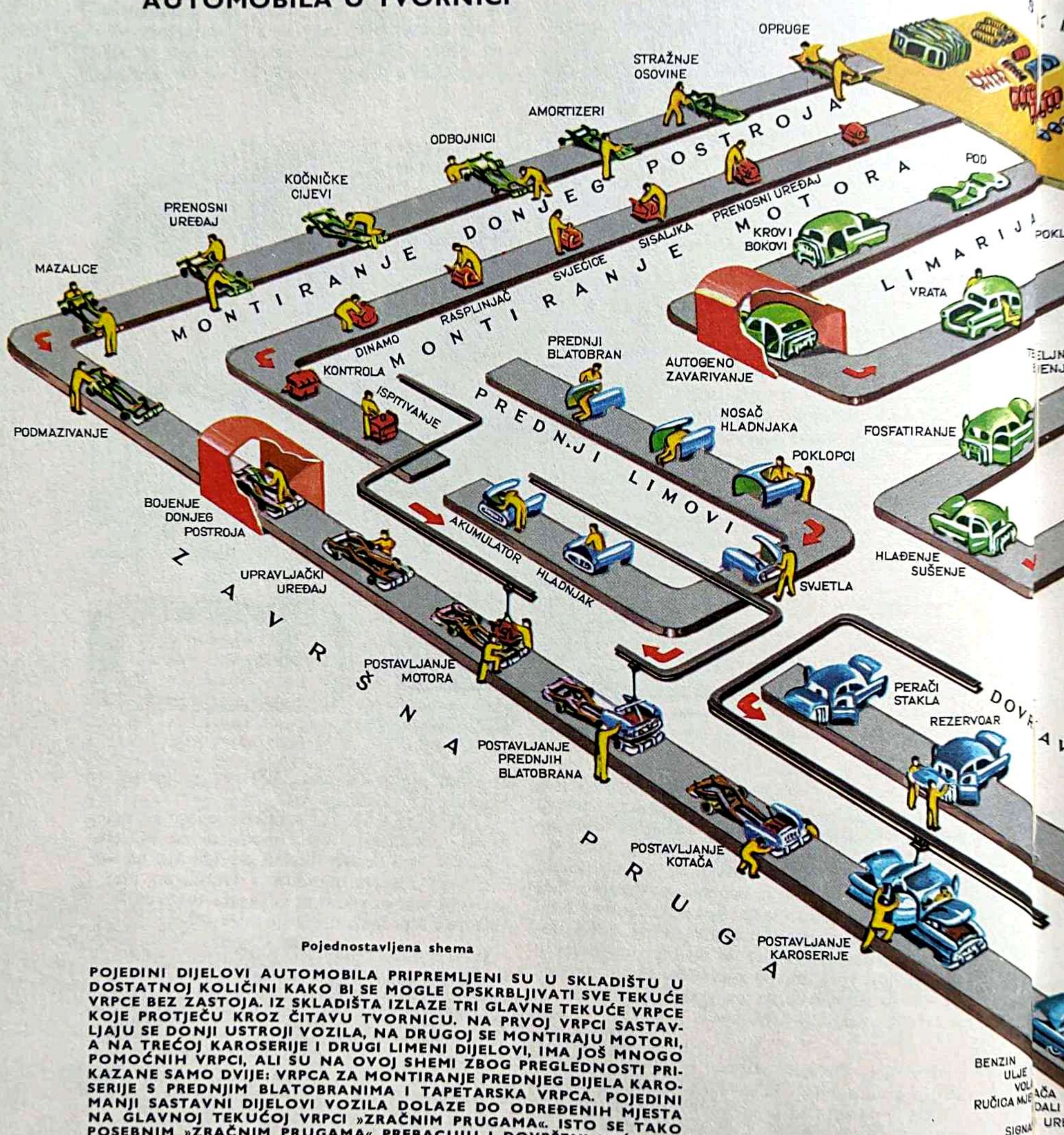
Tvornica Crvena zastava izrađuje osobne i druge automobile. Od osobnih automobila izrađivala je ponajprije *Zastavu 600*, popularnog *fiću*, s motorom od 22,5 KS, koji je dostizao brzinu od 110 km na sat. Nakon toga proizvodnja je prebačena na *Zastavu 600 D* za brzinu od 110 km na sat i konačno na *Zastavu 750* s motorom od 767 cm³ i 29 KS, koji dostiže brzinu od 110 km na sat. Drugi je naš osobni automobil *Zastava 1300* s motorom od 1295 cm³ i 60 KS, koji dostiže brzinu od 140 km na sat. Taj se automobil i dalje neprekidno usavršava, a priprema se i novi posve naš narodni automobil, ali se tehnički podaci o njemu još drže u tajnosti. Zacijelo će imati motor od oko 1100 cm³ i dostizat će brzinu do 130 km na sat.

U suradnji s Fiatom izrađuje se osobni automobil *Fiat-Zastava 850* s motorom od 843 cm³ i 34 KS, koji dostiže brzinu od 120 km na sat.

Crvena zastava surađuje s tvornicom Fiat i sastavlja mnoga vozila te talijanske tvornice, koju zastupa i u prodaji vozila *Fiat 124, 125, 128 i 130*.

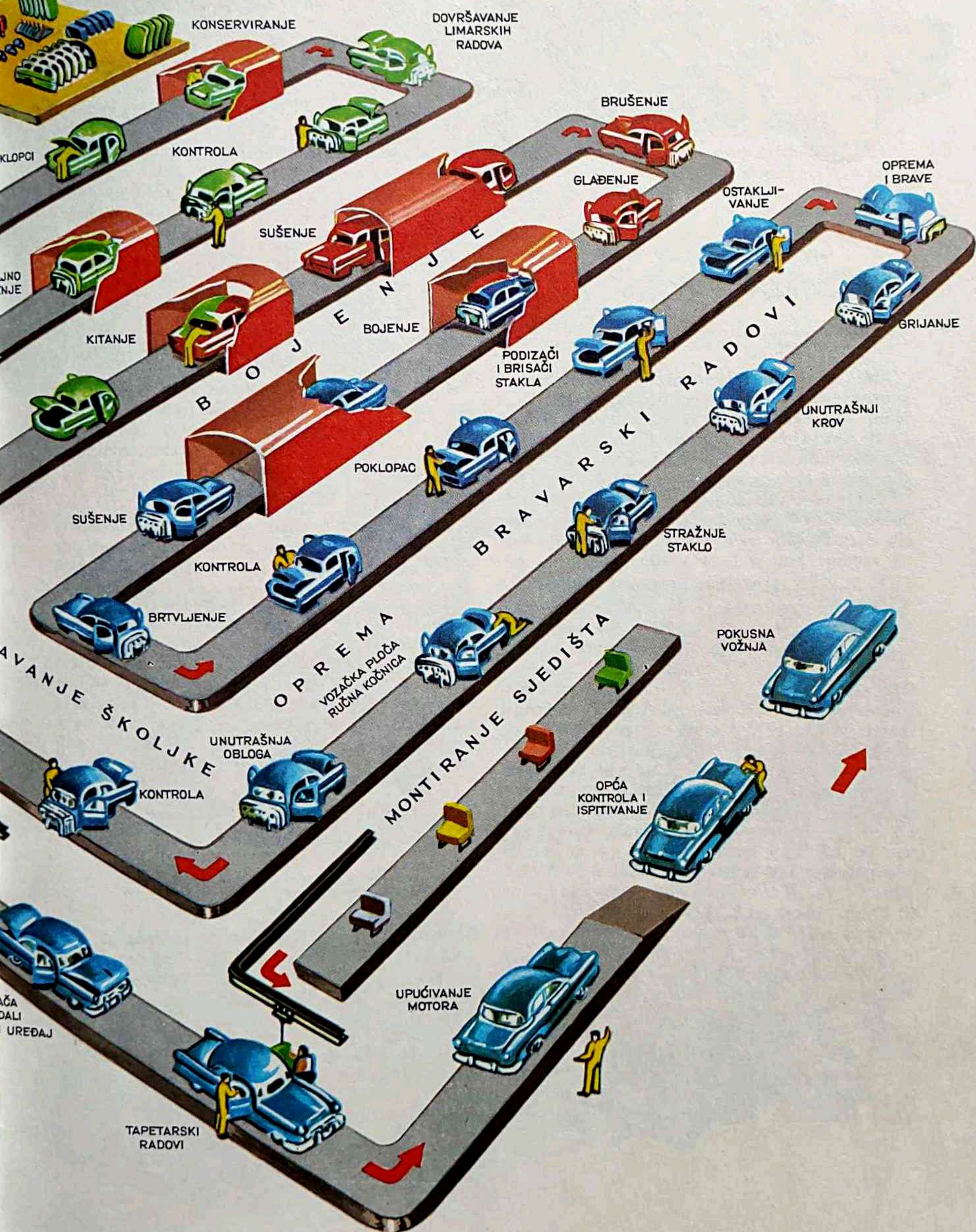
Goša je naziv tvornice *Dragoslav Đorđević-Goša* u Smedervskoj Palanci. U početku je pod imenom *Jesenica* izrađivala željezničke vagone i mostove. God. 1955. počela je izrađivati autobuse po licenciji talijanske tvornice Alfa Romeo. Sada izrađuje međugradske i gradske autobuse, kamione do 8 tona nosivosti i kamionske prikolice nosivosti od 8 do 18 tona. U manje autobuse ugrađuje dizel-motore od 90 KS, a u veće autobuse dizel-motore od 130 KS. Tvornica izrađuje i trolejbuse s elektromotorom od 165 KS za istosmjernu struju. I ova se tvornica dobro osamostalila; izrađuje izvrsna vozila s malom pomoći drugih poduzeća.

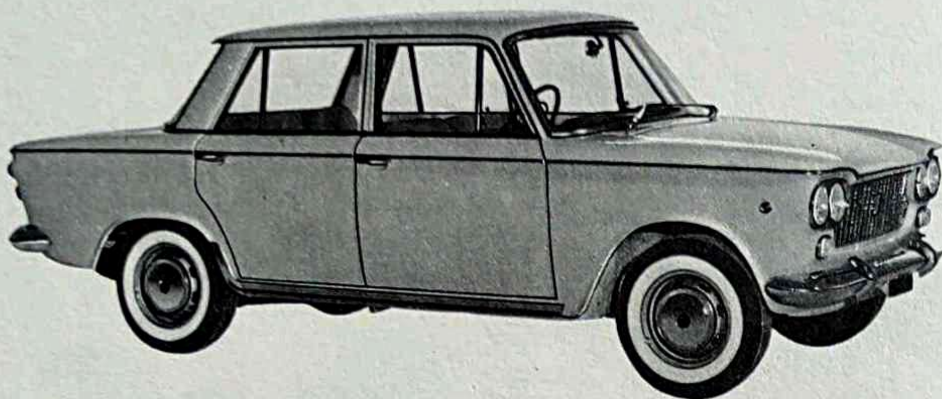
TEKUĆA VRPCA ZA SASTAVLJANJE AUTOMOBILA U TVORNICI



Pojednostavljena shema

POJEDINI DIJELOVI AUTOMOBILA PRIPREMLJENI SU U SKLADIŠTU U DOSTATNOJ KOLIČINI KAKO BI SE MOGLE OPSKRBLJIVATI SVE TEKUĆE VRPCE BEZ ZASTOJA. IZ SKLADIŠTA IZLAZE TRI GLAVNE TEKUĆE VRPCE KOJE PROTJEČU KROZ ČITAVU TVORNICU. NA PRVOJ VRPCI SASTAVLJAJU SE DONJI USTROJI VOZILA, NA DRUGOJ SE MONTIRAJU MOTORI, A NA TREĆOJ KAROSERIJE I DRUGI LIMENI DIJELOVI, IMA JOŠ MNOGO POMOĆNIH VRPCI, ALI SU NA OVOJ SHEMI ZBOG PREGLEDNOSTI PRIKAZANE SAMO DVIJE: VRPCA ZA MONTIRANJE PREDNJEG DIJELA KAROSERIJE S PREDNJIM BLATOBRANIMA I TAPETARSKA VRPCA. POJEDINI MANJI SASTAVNI DIJELOVI VOZILA DOLAZE DO ODREĐENIH MJESTA NA GLAVNOJ TEKUĆOJ VRPCI »ZRAČNIM PRUGAMA«. ISTO SE TAKO POSEBNIM »ZRAČNIM PRUGAMA« PREBACUJU I DOVRŠENI VEĆI DIJELOVI AUTOMOBILA S JEDNE VRPCE NA DRUGU. S KRAJA GLAVNE VRPCE AUTOMOBILI ODLAZE SNAGOM SVOG MOTORA DO RAZLIČITIH KONTROLNIH MJESTA I NAPOKON NA POKUSNU VOŽNJU PO TVORNIČKOM AUTO-PUTU. TEK AKO SE NA POKUSNOJ VOŽNJI AUTOMOBIL POKAŽE ISPRAVNIM, PREDAJE SE OTPREMNIŠTVU KOJE GA DAJE NA PRODAJU


LADIŠTE
KONSERVIRANJE
DOVRŠAVANJE LIMARSKIH RADOVA
KLOPCI
KONTROLA
BRUŠENJE
GLAĐENJE
OPREMA I BRAVE
OSTAKLJI-VANJE
SUŠENJE
JNO
NJE
BOJENJE
KITANJE
BOJENJE
PODIZAČI I BRISAČI STAKLA
GRIJANJE
BRAVARSKI RADOVI
UNUTRAŠNJI KROV
POKLOPAC
SUŠENJE
KONTROLA
STRAŽNJE STAKLO
BRTVLJENJE
OPREMA
VOZAČKA PLOČA
RUČNA KOČNICA
MONTIRANJE SJEDIŠTA
POKUSNA VOŽNJA
AVANJE ŠKOLJKE
UNUTRAŠNJA OBLOGA
KONTROLA
OPĆA KONTROLA I ISPITIVANJE
ĆA
DALI
UREĐAJ
UPUĆIVANJE MOTORA
TAPETARSKI RADOVI



Zastava »1300«, proizvod jugoslavenske tvornice Crvena zastava; 4 cil., 72 KS, 140 km na sat



Industrija motornih vozil Novo Mesto, SR Slovenija

IMV je kratica za *Industriju motornih vozil* koja je osnovana 1953. u Novom Mestu. U početku je samo sastavljala male automobile po licenciji *DKW* Auto-Union iz Düsseldorfa, a sada izrađuje različna motorna transportna vozila: platoe, niske kesone, kola za stoku i tekućine, dostavna kola, pokretne prodavaonice, sanitetska kola i male autobuse *IMW-turist* za 7 osoba. Dvotaktni trocilindarski motor od 896 cm^3 i 34 KS s pogonom na prednje kotače tjera vozilo 95 km na sat. *IMV* se ističe gradnjom karavanskih prikolica.

Tomos je kratica za *Tovarnu motornih koles u Kopru*. Tvornica je osnovana 1955. u Sežani, ali je odmah premještena u Koper. Tomos izrađuje na najmoderniji način izvrsne mopede, skutere i teže motocikle po licenciji Steyr-Daimler-Puch. Kapacitet tvornice je velik (oko 30 000 mopeda i skutera te oko 1000 teretnih motornih trokolica); izrađuje osim toga vanbrodske motore za čamce, motore za male agregate i jeftine automobile po licenciji francuske tvornice Citroën (*Diana, Ami* i dr.). Glavni su tipovi Tomosovih mopeda *Colibri VS* 50 L s dvotaktnim jednocilindarskim motorom od 2,3 KS i brzinom od 50 km na sat. Iz toga početnog tipa razvili su se mopedi *Colibri 03*, zatim *04, T12, T13* i *Colibri Skuter* koji ima motor od 49 cm^3, snagu od 2,3 KS, mjenjač za tri brzine, štitnik za noge, nožni pokretač i sjedišta za dvije osobe; brzina mu je 50 km na sat. *Skuter galeb SR 150* ima dvotaktni jednocilindarski motor od 147 cm , 6 KS, 3 brzine; 80 km na sat. *Motocikl SV 175* ima dvotaktni dvoklipni jednocilindarski motor od 3,8 KS, mjenjač s 4 brzine, brzina 105 km na sat. *Motocikl SGS* ima dvotaktni jednocilindarski dvoklipni motor od 16,5 KS, mjenjač za 4 brzine; postizava brzinu od 122 km na sat. Tomos izrađuje i najnoviji moped od 49 cm^3 i 2,7 KS.

Pretis je kratica za *Preduzeće Tito Sarajevo*. To je vojni zavod koji je proširio proizvodnju i na predmete za domaćinstvo. God. 1957. tvornica je proširila program rada i otkupila licenciju za izradbu svih vrsti motocikla njemačke tvornice *NSU*. Pretis izrađuje: skuter *Prima 150* s dvotaktnim jednocilindarskim motorom od 147 cm^3 i 7,4 KS, mjenjačem za 3 brzine, vozi do 80 km na sat; skuter *Prima 175* sa sličnim motorom od 175 cm^3 i 9,5 KS, mjenjačem za 4 brzine, vozi do 90 km na sat; motocikl *Maxi 175* sa četverotaktnim jednocilindarskim motorom od 175 cm^3 i 12,5 KS, mjenjačem za 4 brzine, vozi do 110 km na sat.

Petar Drapšin u Mladenovcu glavna je ljevaonica za sve tvornice motornih vozila; izrađuje odljevke od lakih metala i legura, cilindarske blokove, motorna kućišta, željezne odljevke, klipove, klipne prstene, cilindarske košuljice i dr.



Citroën »2 CV« iz tvornice »Tomos« u Kopru. 2 cil., prednji prigon, 18 KS, 110 km na sat

Torpedo je najstarija tvornica torpeda na svijetu. Ona osim torpeda izrađuje dizel-motore za teške kamione i za brodove. Posebno izrađuje motore za ribarske i sportske čamce.

Litostroj je velika tvornica slovenske teške metalne industrije, koja je u najnovije vrijeme preuzela zastupstvo, montiranje i djelomičnu izradbu dijelova osobnih automobila francuske tvornice Renault.

Rudi Čajavec, poduzeće precizne mehanike u Banjoj Luci, izrađuje instrumente i opremu za sva motorna vozila, brisače stakla, žmigavce, električne priključne kutije za prikolice, automobilske radio-aparate itd.

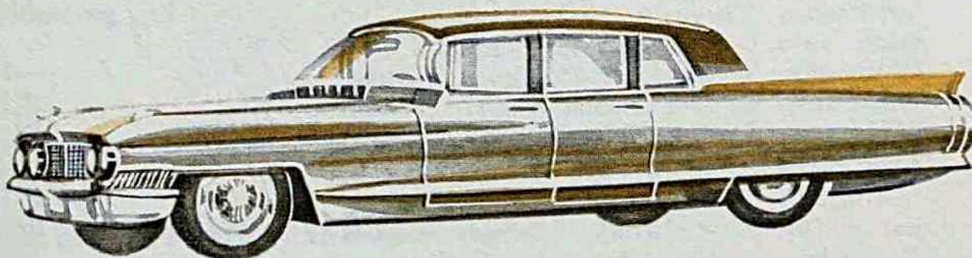
Dijelove, opremu i instrumente za vozila izrađuju još ove najvažnije tvornice: *IMP* (Industrija precizne mehanike iz Beograda) *Slavko Brodić* iz Banja Luke, *Iskra* iz Kranja, *NIKO* iz Železnika, *Saturnus* iz Zemuna, *Bratstvo* iz Travnika, *Ikarus* iz Zemuna, *Rekord* iz Rakovice, *Kombinat Borovo* iz Borova i mnoge druge.

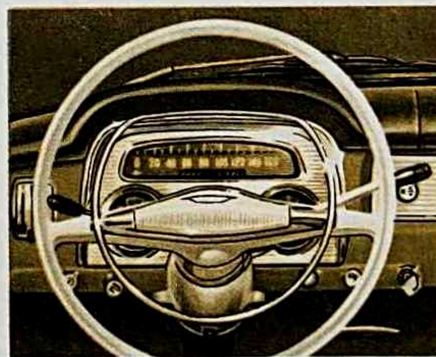
U Jugoslaviji je 1969. proizvedeno 67 066 motocikla i mopeda, 11 097 kamiona i 80 454 osobna automobila. Međutim, u taj posljednji broj uračunato je 27 534 osobna automobila, koji su dovršeni u montažnim tvornicama. Iste godine uvezeno je iz inozemstva 57 117 osobnih automobila u vrijednosti od 812 milijuna d.

U Jugoslaviji ima danas već toliko industrijskih poduzeća koja izrađuju dijelove i opremu za motorna vozila, da se u toj grani može naša domovina već ubrajati i u industrijski razvijene zemlje.

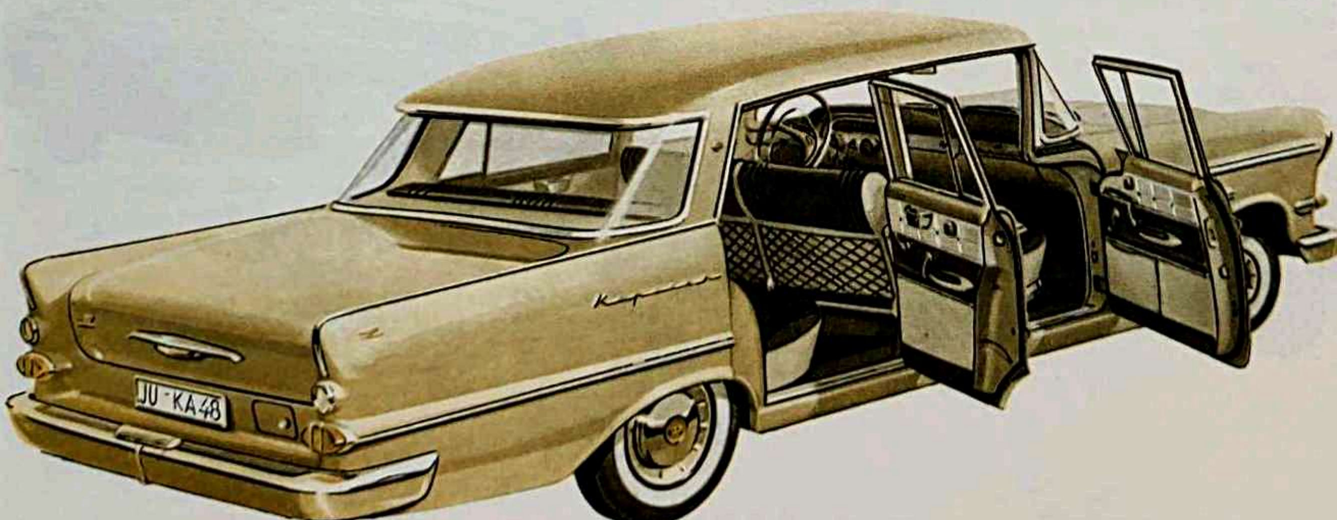
Sjedinjene Američke Države prva su zemlja u svijetu po broju automobila u prometu i proizvodnji svih vrsti motornih vozila. Iako su se prvi automobili u SAD počeli izrađivati nekoliko godina kasnije nego u Evropi, razvoj je automobilizma u Novom svijetu bio mnogo brži. Računa se da je u SAD od početka do sada izrađeno više od 200 milijuna automobila, a od toga 15 milijuna samo Fordovog tipa *T*, koji je od svih ostalih tipova motornih vozila u svijetu najviše pridonio da se automobil proširi među siromašnijim slojevima naroda. U SAD je 1969. bilo u prometu 102 milijuna motornih vozila, od toga 83 milijuna osobnih automobila, a kako toliko ima u SAD obitelji, znači da na svaku porodicu dolazi prosječno po jedan osobni automobil. Proći će još mnogo desetljeća dok Evropa dostigne toliku gustoću motornih vozila. Najveći je uspon u proizvodnji automobila u SAD postignut 1929, kad je iz tvornica izišlo 4 455 000 osobnih automobila, a to je tada bilo pet puta više nego u svim ostalim državama svijeta. Međutim, baš 1929. izbila je ekonomska kriza koja je smanjila proizvodnju na četvrtinu. Nestalo je mnogo čuvenih tvornica. Godine 1932. proizvedeno je samo 1 milijun osobnih automobila, ali od tada je proizvodnja opet brzo rasla i 1955. dostigla vrhunac od oko 8 milijuna sve većih

Cadillac »60 Fleetwood«, General Motors, 8 cil. V, 340 KS, dug 6 m, brzina 200 km na sat





Moderni automobili odlikuju se ljepotom vanjskih linija, upravljačkim uređajem koji pruža sigurnost i unutrašnjom udobnošću koja olakšava vožnju putnicima



cestovnih gorostasa sa sve dužim repnim perajama. Takva pretjerano duga vozila, koja su Evropljani nazvali *cestovnim krstaricama*, kupci nisu rado prihvatili; naprotiv, sve više su naručivali osobne automobile iz Njemačke, Velike Britanije, Francuske i Italije, koji su bili jeftiniji i kraći pa prema tome i pogodniji za vožnju i parkiranje u zakrčenim gradovima.

Da bi smanjili uvoz evropskih automobila u SAD, američki su tvorničari odmah konstruirali manje i zbijenije (compact, č. kompekt) automobile, iako su i oni bili još preveliki za ukus i džep Evropljana.

Automobilska industrija SAD grupirana je u 5 korporacija, a od njih je najveća *General Motors*, koja proizvodi oko 56% osobnih automobila. Proizvodnja po korporacijama 1968, je bila: *American Motors Corp.* (Rambler, AMX, Javelin, Rebel i Ambasador) 268 514; *Chrysler Corp.* (Valiant, Barracuda, Belvedere, Fury, Dart, Coronet, Charger, Polara, Chrysler i Imperial) 1 585 591; *Ford Motor Comp.* (Ford, Fairlane, Falcon, Mustang, Thunderbird, Mercury, Montego, Aourgar, Lincoln i Mark III) 2 396 924; *General Motors Corporation* (Chevrolet, Corvette, Chevelle, Vamaro, Nova, Corvair, Pontiac, Tempest, Firebird, Oldsmobile, Toronado, F-85, Buick, Cadillac i Eldorado) 4 592 114; *Checker Motors Corporation* 5477 vozila. Ukupno je 1968. u SAD izrađeno 8 848 620 osobnih automobila.

Američke tvornice imaju svoje podružnice i u Evropi. One su 1963. izradile u Saveznoj Republici Njemačkoj: *Ford* 384 000 i *Opel* 570 000, a to je 35% svih proizvedenih osobnih automobila u toj državi. U Velikoj Britaniji *Ford* je izradio 587 000, *General Motors* 249 000 i *Rootes* 190 000, a to je 50% britanske proizvodnje. U Francuskoj je Chrysler (*Simca*) izradio 273 000 osobnih automobila ili 16% ukupne francuske proizvodnje. SAD su nekad izrađivale godišnje 4 i 5 puta više osobnih automobila nego sve države u Evropi zajedno; sada na svaka dva američka automobila izrađuje se jedan evropski.

Ford u Njemačkoj izrađuje tipove *Taunus 12M—26M* i *Capri*, a u Velikoj Britaniji *Consul*, *Zodiak* i *Cortina*. Opel u Njemačkoj izrađuje tipove: *Kadett*, *Rekord*, *Kapitän*, *Admiral* i *Diplomat*, a Chrysler u Francuskoj proizvodi automobile *Simca*.

Proizvodnja osobnih automobila u svijetu neprekidno raste. U osam posljednjih godina proizvodnja se kretala ovako:

1960.	11 621 922	1964.	14 681 875
1961.	10 187 251	1966.	19 273 942
1962.	12 520 335	1968.	21 896 861

Ako se izuzme 1961. godina krize, opaža se stalan i sve brži porast proizvodnje. Porast je 1965. bio najveći u SR Njemačkoj, jer tržište još nije bilo dovoljno opskrbljeno vozilima. U to doba u Francuskoj je proizvodnja malo opadala. Sad su prilike obrnute. U Njemačkoj proizvodnja raste polaganije nego u Francuskoj i u Italiji, gdje je Fiat dao tržištu, neposredno i preko kooperacijskih tvornica, mnogo novih i modernih vozila. Najveći je skok u proizvodnji automobila dostigao Japan, koji je 1968. proizveo više od 4 milijuna motornih vozila (2. u svijetu), od toga 2 055 820 osobnih automobila (3. na svijetu). U SAD je 1969. više automobila registrirano nego što ih je proizvedeno, a to je znak da tržište još nije zasićeno. Broj uvezenih kola Volkswagen u SAD malo opada, a broj uvezenih vozila iz Japana raste. Svjetska proizvodnja automobila je 1968. bila ovako podijeljena:

	Osobni	Industrijski	Ukupno
SAD	8 848 620	1 971 790	10 820 410
Japan	2 862 821	2 030 005	4 085 826
SR Njemačka	2 862 186	244 772	3 106 958
Velika Britanija	1 815 936	409 186	2 225 122
Francuska	1 833 047	242 570	2 075 617
Italija	1 544 932	118 716	1 663 648
Kanada	899 943	277 664	1 177 607
SSSR	344 950	49 707	394 657
Španjolska	311 531	81 902	393 433
Švedska	223 330	21 456	244 786
Belgija	158 010	13 965	171 975
Čehoslovačka	125 500	22 600	148 100
Jugoslavija	59 962	14 927	74 889
Nizozemska	57 538	8 985	66 533



Buick »Skylark Sports Coupé«, 8 cil. V, 3532 cm³, 165 km na sat, 6 sjedišta. Primjer »malih« (compact) kola, kojima su američki tvorničari htjeli smanjiti uvoz jeftinijih kola iz Evrope





Ford »Thunderbird«, 8 cil. V. Izrađuje se s 2 vrste motora: 6390 cm³, 315 KS, brzina 195 km na sat, ili sa 7013 cm³, 345 KS, brzina 205 km na sat; automatski mjenjač, tanjuraste kočnice; tipovi: kupé, limuzina i kabriolet



Automobili budućnosti

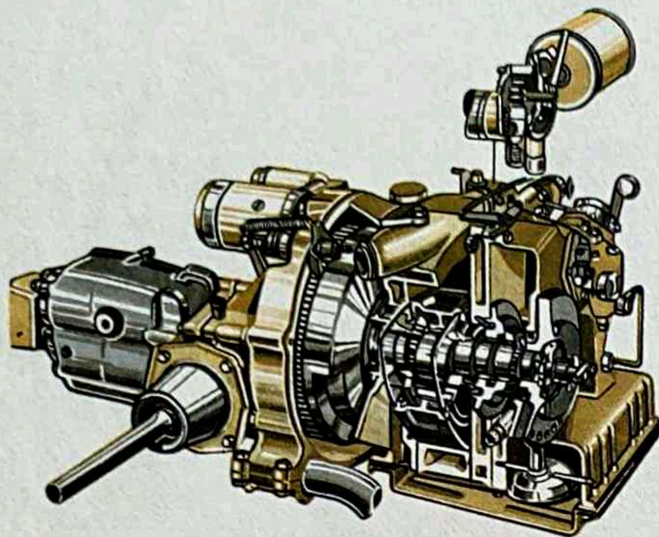
Daimler i Benz izradili su prva motorna vozila 1886, a oko 1930. automobili su dostigli onaj stupanj razvoja kada sva dalja usavršavanja više nisu od bitna značenja, nego uglavnom samo povećavaju udobnost vožnje.

Sve dok automobili budu imali oto-motor kao izvor snage i zastarjele mehaničke prenosne uređaje (mjenjač brzina, kardanska osovina, diferencijal, stražnje poluosovine) kakvi postoje već pola stoljeća, ne može se očekivati neki veći napredak u razvoju automobila. Kasnije novosti, kao npr. automatski mjenjač brzina i automatska spojka, nisu donijele bitna poboljšanja jer još nisu dovoljno usavršene; i u njima se gubi još dosta energije. Od topline što je daje izgaranje benzina u najboljem oto-motoru dobiva se samo 30%, a od izgaranja plinskog ulja u dizel-motoru 40—42% energije. Oko dvije trećine goriva i danas ostaju još posve neiskorištene.

Stoga dalji razvoj automobilizma zavisi u prvom redu o graditeljima auto-putova, a krupno usavršavanje automobila i velik skok može se učiniti samo ako se pronađe neka nova vrst motora. Zbog toga gotovo sve velike tvornice u svijetu troše golema sredstva kako bi što prije pronašle savršeniji motor.

Sada se istraživanja vrše u više smjerova. Postignuti su i neki uspjesi, te se možda već nalazimo na pragu novog razvojnog doba automobila. Za sada se istražuju i razvijaju četiri nove vrsti motora: Wankelov motor, plinska turbina, motor na mlazni pogon i gorivna ćelija.

Wankelov motor. Više od stotinu godina mnogi se tehničari trude da izrade motor u kojemu bi se sila što je stvara izgaranje benzina iskoristila neposredno za okretanje motora. Tražili su klipni motor u kojem bi se klip okretao, a ne bi se dizao i spuštao kao u oto-motoru. Od 1934, time se bavio i *Felix Wankel*, a prvi se njegov motor s okretljivim stapom pokrenuo 1957. Taj motor, koji se okreće vrlo tiho, pravilno i sigurno, dugo se usavršavao u laboratoriju tvornice NSU i već se pomišljalo da se neće izrađivati serijski jer nije bilo sigurno da li bi mogao izdržati sve napore kojima su izvrgnuta motorna vozila na lošim cestama. Međutim, 1963. pojavio se na automobilskoj izložbi u Frankfurtu, gdje je izložen radi serijske prodaje, u automobilu *NSU Prinz* kojemu je karoseriju izradio Bertone. Kako će se pokazati taj motor u prometu zasad se još ne može predskazati.

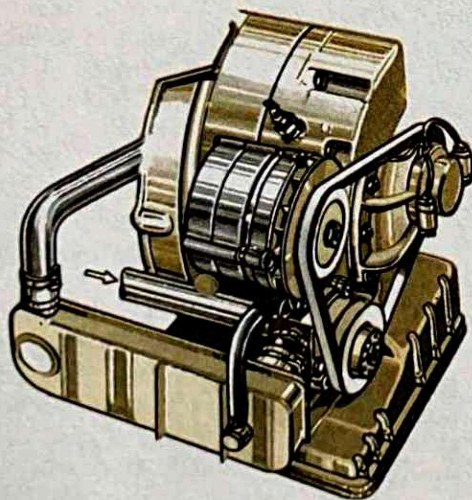


Dvorotorski Wankelov motor

Wankelov motor ima cilindar koji je iznutra izbrušen u obliku nepravilne elipse. U cilindru se okreće stap trokutnog oblika na ekscentričnoj osovini. Bridovi trokutnog stapa dodiruju eliptični obod cilindra i tako nepropusno odvajaju tri međuprostora. Stap nakon prolaska prvog brida uz usisni ventil usisava gorivu smjesu, nakon toga smjesu tlači, stlačenu smjesu svjećica pali, plinovi se šire, potiskuju brid stapa, okreću ga i na koncu izlaze iz cilindra kroz ispusni ventil. Motor radi u četiri takta. Prednost mu je što je lak, jednostavan i mnogo ekonomičniji jer troši manje goriva nego oto-motor jednake snage.

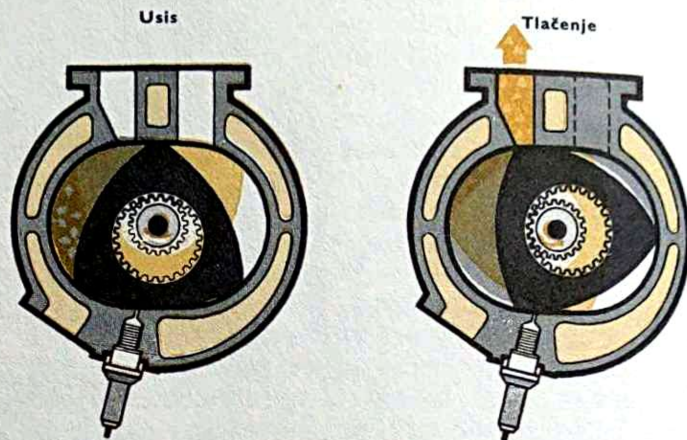
Na usavršavanju Wenkelova motora rade mnoge tvornice u svijetu koje su otkupile patente.

Automobili s plinskom turbinom. Nakon svršetka rata nekoliko je automobilskih tvornica oko 1946. počelo proučavati kako bi se plinske turbine, izrađene za avione, mogle prilagoditi cestovnim motornim vozilima. Konstrukcijskim radom bavile su se gotovo u isto doba tvornice *Rover* u Velikoj Britaniji, *Gorki* u SSSR-u, *Turbomeca* (Tirbomeka) u Francuskoj, te *Boeing*, *Ford* i *Chrysler* u SAD.



Jednorotorski Wankelov motor

Tvornica Rover je 1948. prva dovršila automobilsku plinsku turbinu od 100 KS koja se pri punoj brzini obrtala sa 70 000 okretaja u min. Kako se rotor takve brzine nije mogao dobro uravnotežiti, tvornica je odmah sagradila drugu turbinu od 200 KS i 40 000 okretaja u min. Ta je turbina radila s manje buke, snižena je temperatura ispušnih plinova, a smanjen je i utrošak goriva. Turbina je namještena na ponešto pregrađen automobil Rover Whizzer (Uizer), koji je 18. III 1950. pod imenom *Jet I* (džet = mlaz), izvršio pokusnu vožnju na trkalištu Silverstone (Silverstoun). Prvi turbinski automobil na svijetu bio je težak 1380 kg, postizavao je brzinu od 138 km na sat, ali je trošio vrlo mnogo goriva. Zbog toga je Rover izradio treću, ekonomičniju turbinu od 250 KS, smjestio je u pregrađeni automobil *Rover Whizzer II* i njime je na belgijskom aerodromu Jarbeke osvojio svjetski rekord za turbinska vozila, dostigavši brzinu od 244,5 km na sat. Na temelju trogodišnjeg iskustva Rover je sagradio lak turbinski trkaći automobil T-3 a zatim turbinski osobni automobil T-4.



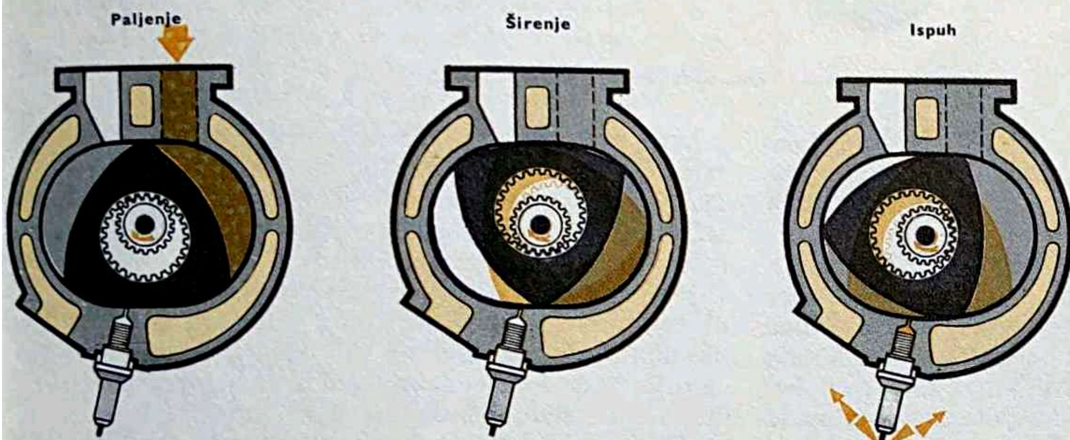
Wankelov motor s okretljivim klipom

Sovjetski inženjeri u tvornici Gorki izradili su sportski turbinski automobil koji je dostigao brzinu od 220 km na sat, a nakon toga proučavali su i izradili nekoliko tipova plinskih turbina za teške i vrlo teške kamione dugoprugaše.

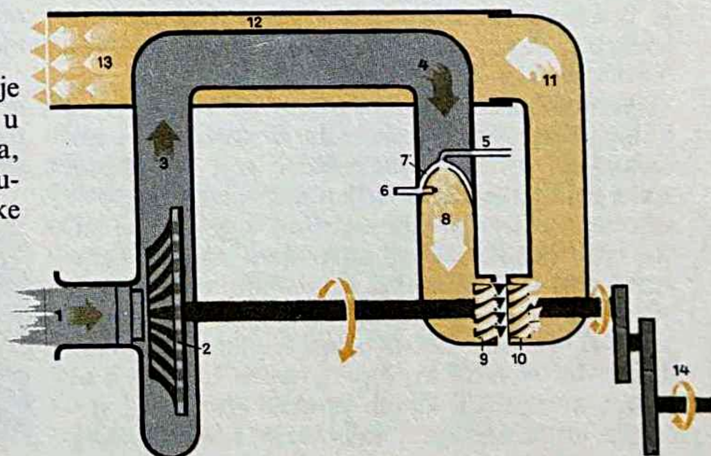
Francuska tvornica Turbomeca, koja izrađuje lake plinske turbine za francusko zrakoplovstvo, izložila je 1950. u Parizu donji ustroj kamiona od 10 tona nosivosti s plinskom turbinom. Na izložbi 1952. prikazan je poluotvoreni osobni automobil s ugrađenom plinskom turbinom što ga je izradio Jean Gregoire (Žan Gregoar). Tvornica Renault iskoristila je plinsku turbinu tvornice Bordes od 270 KS i 35 000 okretaja na min. i izradila trkaći automobil *Étoile Filante* (Etoal Filant = zvijezda

repatica) koji je osvojio svjetski rekord brzine. Međutim, Renault je odustao od daljih istraživanja i gradnji.

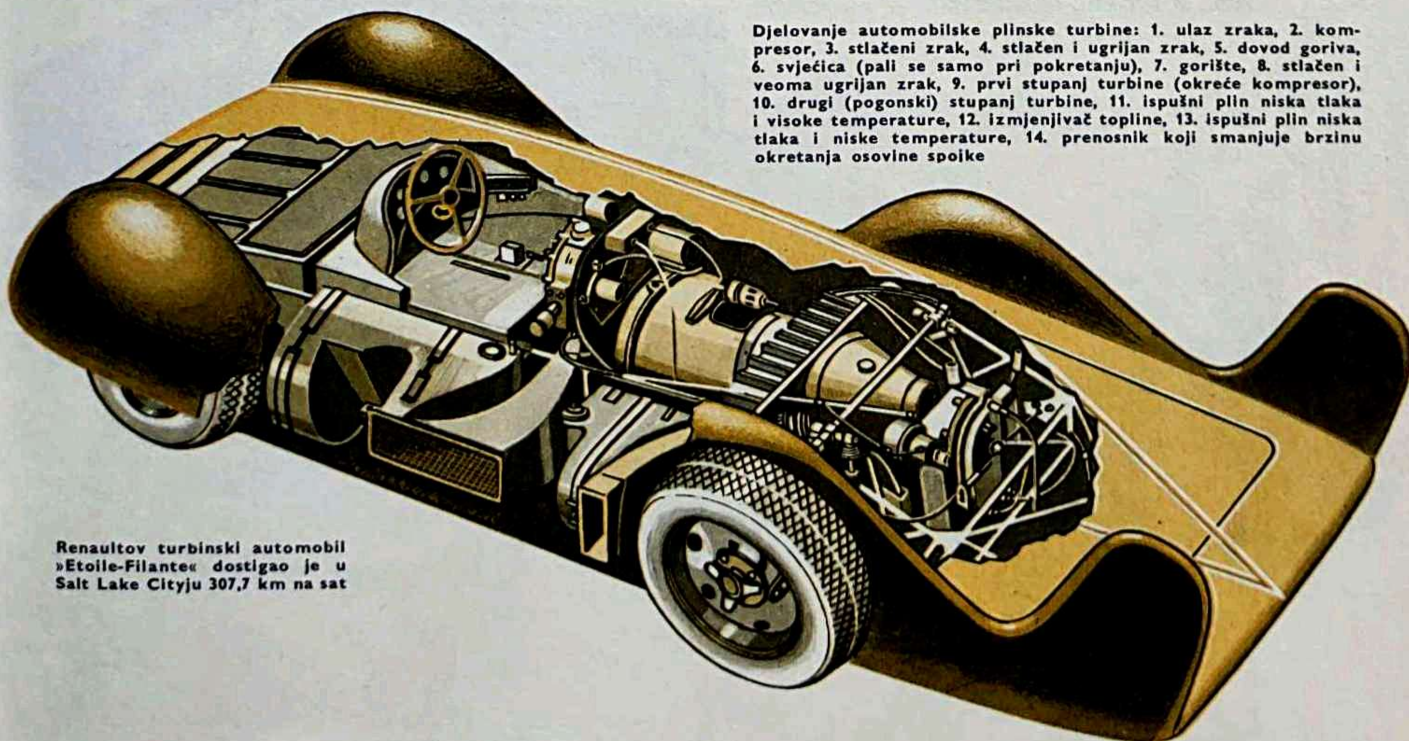
U SAD je 1950. Boeing montirao turbinu od 160 KS na veliki traktor za tegljenje teretnih prikolica koji je pokazao dobra svojstva u službi. Tvornica General Motors izradila je 1954, nakon turbine od 2000 KS i iskušan je na futuristički izrađenom obliku automobila *Firebird II*. Trećim tipom *Firebird III* General Motors je 1959. zaključio niz pokusnih turbinskih vozila. Drugi američki gorostas, Ford, izradio je dvije vrsti turbina i iskušac ih je na svojim vozilima. Treća velika tvornička skupina, Chrysler Corporation, koja je stekla mnogo iskustava s gradnjom aviona za



dugotrajna istraživanja i uz goleme troškove, dvije plinske turbine od 370 KS. Jednu je ugradila u trkaća kola *Firebird I* (Fajrberd = vatrena ptica, zlatna vuga), a drugu u veliki autobus za duge pruge. Poslije dvije godine izrađen je drugi tip plinske



Djelovanje automobilske plinske turbine: 1. ulaz zraka, 2. kompresor, 3. stlačeni zrak, 4. stlačen i ugrijan zrak, 5. dovod goriva, 6. svjećica (pali se samo pri pokretanju), 7. gorište, 8. stlačen i veoma ugrijan zrak, 9. prvi stupanj turbine (okreće kompresor), 10. drugi (pogonski) stupanj turbine, 11. ispušni plin niska tlaka i visoke temperature, 12. izmjenjivač topline, 13. ispušni plin niska tlaka i niske temperature, 14. prenosnik koji smanjuje brzinu okretanja osovine spojke



Renaultov turbinski automobil »Etoile-Filante« dostigao je u Salt Lake Cityju 307,7 km na sat



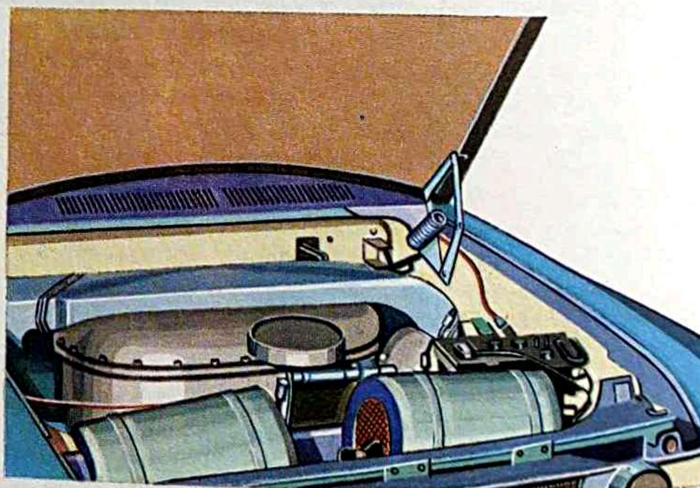
Turbinski automobil Dodge Turbo-Dart, 200 KS, 200 km na sat

ratnu mornaricu, ugradila je 1954. turbinu u limuzini *Plymouth* (Plimut) *Belvedere*, a 1956. izvršio je novi Plymouth putovanje preko čitavih SAD. Chrysler je od 1957. do 1961. izrađivao planove za tri vozila: limuzina *Plymouth* 1960, za sportska kola *Turboflite* (Tarboflajt) i laki kamion *Dodge* (Dodž) od 2,5 tone nosivosti. Nakon četiri godine usavršavanja Chryslerova turbina od 140 KS sada zauzima jednak prostor kao klipni motor od 200 KS s pripadnim prenosnim dijelovima, a težina je turbine dva puta manja. Takva turbina ugrađena je u automobil *Dodge Turbo Dart* koji je 1962. izložen u Parizu, a 1963. je prešao SAD od New Yorka do Los Angelesa (Endželesa).

Automobilska plinska turbina sastavljena je od kompresora koji usisava zrak iz atmosfere i potiskuje ga u izmjenjivač topline gdje se stlačeni zrak grije. Ugrijani stlačeni zrak ulazi u gorište gdje izgara ubrizgavani kerozin. U gorištu se nalazi električna svjećica koja upali smjesu kerozina i zraka, ali samo pri pokretanju turbine; kasnije svjećica nije potrebna jer smjesa neprekidno gori. Iz gorišta izlaze užareni plinovi visokog tlaka. Oni prolaze kroz prvi stepen turbine koja okreće kompresor. Zatim prolaze kroz drugi stepen, a taj stepen tjera automobil. Kako se zbog rada, izvršena u turbini, smanji tlak, iz nje izlaze plinovi niskoga tlaka i visoke temperature. Ti plinovi odlaze u izmjenjivač topline gdje griju ulazni hladni zrak, a sami se pri tom hlade. Stoga iz izmjenjivača kroz ispušnu cijev izlaze plinovi niskog tlaka i niske temperature.

Plinske turbine okreću se brzinom od oko 42 000 okretaja u min., dakle 8—9 puta brže nego klipni oto-motori. Zbog toga je od osobite važnosti da rotor bude dobro uravnotežen te da zazor između rotora i statora bude pravilan i stalan. Zbog velike brzine, treba umetnuti višestepeni prenosnik između turbine i kardanske osovine koja se mora okretati mnogo sporije.

Teško je bilo smanjiti i buku: resko zviždanje iz kompresorske usisne cijevi, tutnjavu iz unutrašnjosti turbine i šištanje iz ispušne cijevi. Zviždanje je uspjelo gotovo posve utišati, tutnjava je



Chryslerov automobil s turbinom od 130 KS, 45 700 okretaja, brzina automobila do 180 km na sat



Chryslerov sportski automobil na plinsku turbinu »Turboflite« konstruiran 1960.

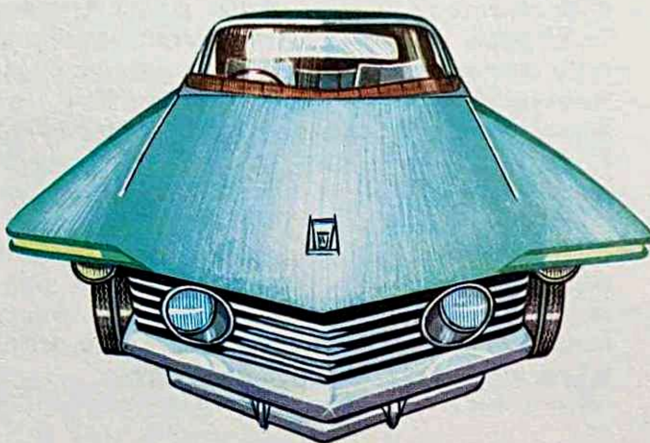
dosta smanjena, ali šištanje je i dalje ostalo. Usisani se zrak zbog tlačenja kompresorom i u izmjenjivaču topline grije do 900° (ispod gorišta), a u samom gorištu temperatura poraste na 1800°C. Zbog toga je trebalo pokretne lopatice i veći dio nepokretnih dijelova izraditi od veoma otpornih legura.

Ottov i dizel-motor daju najveću snagu kad se okreću najvećom brzinom. Obratno, plinska turbina ima najveći moment okretne sile kad se počne okretati, tj. kad užareni plinovi velikom brzinom udaraju o lopatice koje se još jedva okreću. Što se turbina brže vrti, plinovi sve manjom snagom udaraju o lopatice. Kod prvih turbina trebalo je proteći vrlo mnogo vremena (gotovo jednu minutu) dok je turbina iz nepomična stanja dosegla najveću brzinu. To se opažalo osobito pri pokretanju, ubrzavanju i kočenju. Pri spuštanju nizbrdo turbinom se ne može kočiti kao klipnim motorom, jer se turbinski rotor u prazno vrlo lako okreće i ne zaustavlja vozilo. Zbog toga je trebalo na turbinskim automobilima izraditi četiri jake kočnice s velikim diskovima.

Za pogon plinske turbine upotrebljava se isto gorivo kao na avionima, najviše kerozin (vrst petroleja) JP4. Plinski automobil je još skup. Da bi se mogao izrađivati serijski, trebalo je zbog visokih temperatura izrađivati dijelove od vrlo otporna materijala, trebalo je ugraditi izmjenjivač toplote i morao se smanjiti utrošak goriva.

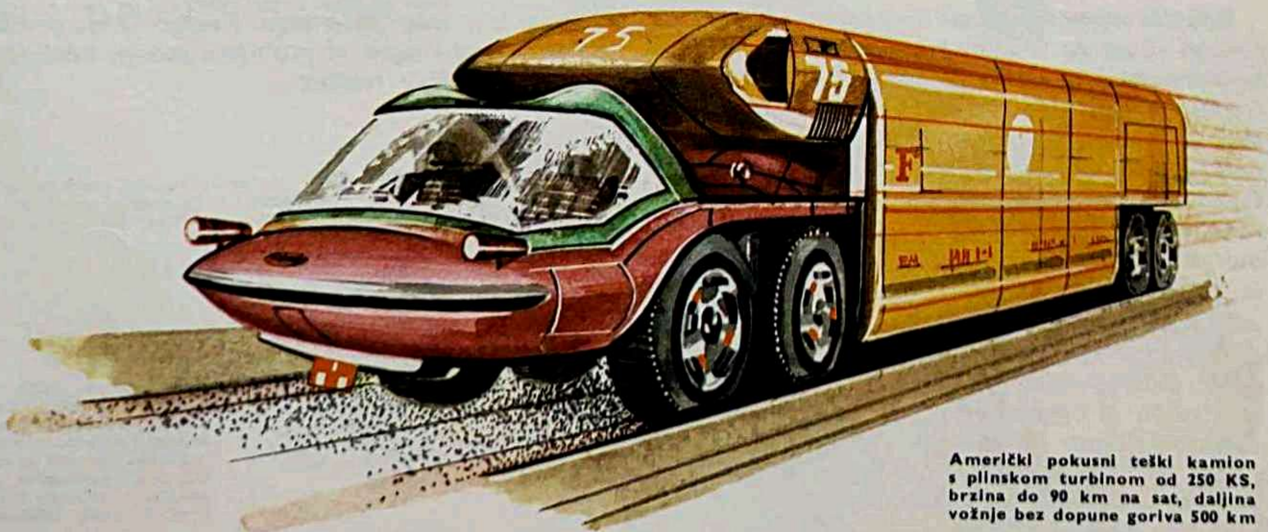
Tvornica Rover izradila je turbinski automobil *Rover 2 Si 140* koji je u Mansu 1962. izdržao teške uvjete vožnje. Nakon toga je 1963. izrađen trkaći automobil s turbinom *2 Si 150* koji pri brzini od 40 000 okretaja u min. tjera kola sa 225 km na sat, uz utrošak goriva po prilici dva puta veći nego u Ottovu motoru. Kako se pri vožnji nizbrdo ne može kočiti turbinom, ugrađene su na kotačima četiri Dunlopove kočnice s velikim diskovima promjera od 28 cm.

Najviše uspjeha postigli su dosad Chrysler i Rover. Chrysler je 1963. objavio svoj program rada. Prve godine izradit će 50 turbinskih automobila, koje će dostaviti izabranim kupcima u 20 država, a zatim će nastaviti proizvodnju još dvije godine, po jedan automobil tjedno. Njegova turbina od 130 KS s automatskim mjenjačem teži



Chryslerov sportski automobil »Turboflite«

200 kg. Kompresor se obrće sa 44 600 okretaja u min., a turbina s 45 700 okretaja. Automobil tada vozi 180 km na sat. Izmjenjivač topline lagano se okreće i tako ubrzava grijanje ulaznog zraka iz atmosfere i hlađenje ispušnih plinova. Kad se plinovi ne bi hladili, izgorio bi stražnji dio ispušne cijevi, a trošilo bi se i više goriva. Chryslerova turbina troši oko 14 litara kerozina na sat pri stalnoj brzini od 100 km na sat. Dok se automobil pokrene s mjesta treba oko 12 sek., a ubrzanje od 0 km do 95 km na sat traje oko 9 sek. Da bi turbina pri utiskivanju pedala za gas što brže promijenila



Američki pokusni teški kamion s plinskom turbinom od 250 KS, brzina do 90 km na sat, daljina vožnje bez dopune goriva 500 km

brzinu, ugrađen je u nju osobit ubrizgavač koji radi automatski. Unatoč tome, turbina ne reagira na pritisak pedala ubrzavača onako brzo kao npr. klipni oto-motor.

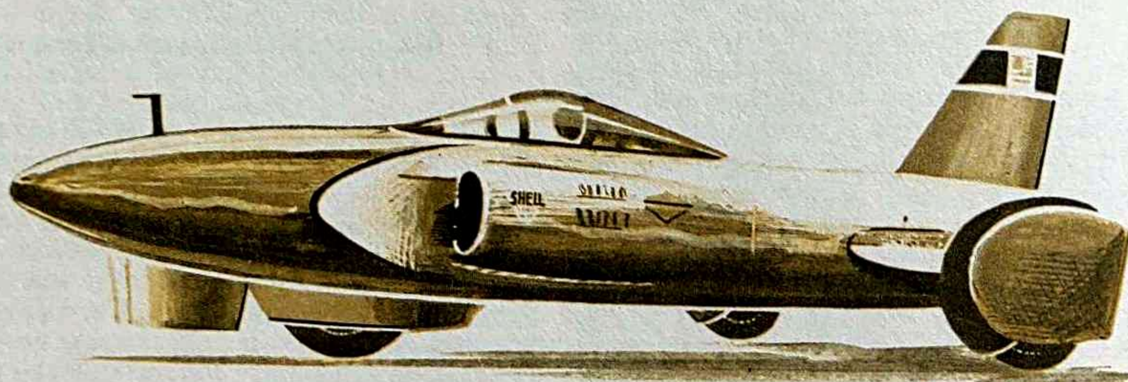
I druge velike tvornice u svijetu izrađuju nacrte, grade, iskušavaju i usavršavaju svoje tipove plinskih turbina. U SSSR-u se u tvornici Gorki iskušava izdržljivost izvanredno teških kamiona. U SAD opremljene su turbinama *Boeing 502* i *10 MA* teške cisterne za prijevoz tekućih goriva. Ustanova Williams Research (Viljems Resirč) izradila je malu turbinu od 75 KS koja se iskušava na džipu tvornice Willys. U Francuskoj se time bavi Turbomeca koja je izradila novu plinsku turbinu od 75 KS. U Italiji Fiat usavršava pokusni model plinske turbine, koji još nije iskušan na automobilima.

Godina 1963. može se, dakle, smatrati početnom godinom proizvodnje automobila s plinskom turbinom, ali od svih tvornica u svijetu samo Chrysler u SAD izrađuje pokusnu seriju takvih vozila koja se i dalje poboljšava.

Trošak za kisik djelomično se nadoknađuje manjim potroškom benzina ili drugog goriva. Raketna vozila usavršavaju se u SAD i u SSSR, ali se njihova dostignuća drže u tajnosti.

Automobili s gorivnim ćelijama. Najkrupniji korak u usavršenju automobila mogao bi se dostići posve novom vrsti pogona s pomoću *gorivnih* ćelija (engl. — fuel cell, č. fjuel cel). Taj pogon koji djeluje na principu »obratne elektrolize« usavršili su 1942. engleski fizičari *William Grove* (Viljem Grouv) i *Francis Bacon* (Frensis Bejkn). Kao što se puštanjem električne struje u vodu može ona elektrolizom rastaviti na vodik i kisik, tako je Groveu i Baconu pošlo za rukom da u osobitim ćelijama obratnim postupkom, tj. spajanjem vodika i kisika, dobiju električnu struju.

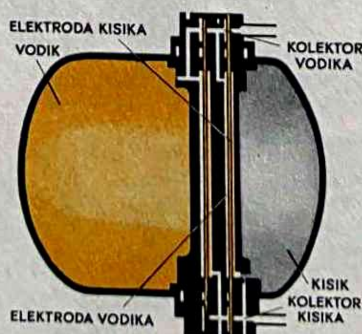
Ovaj se postupak usavršavao više od 20 godina, a tek pošto su 1948. fizičari izumjeli katalizatore pogodne za obrnutu elektrolizu, dostignuta je takva kemijska reakcija koja daje neslućeno visok



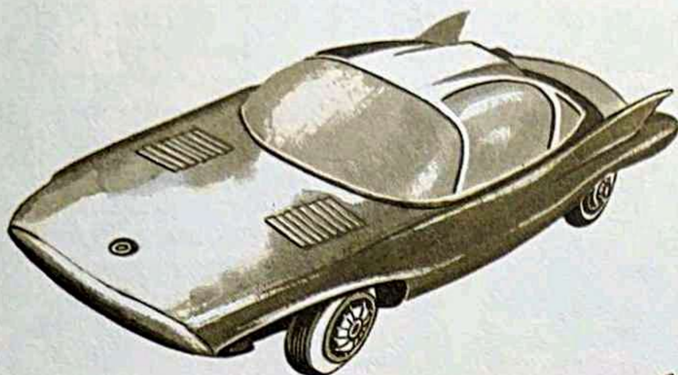
Mlazni automobil »Spirit of America« kojim je Graig Breedlove (Greg Bridlav) dostigao brzinu od 754,625 km na sat, ali rekord nije priznat jer je vozilo imalo tri kotača pa je ubrojeno u motocikle, a mlazni pogon nije tjerao kotače nego neposredno trup kao na mlaznom avionu

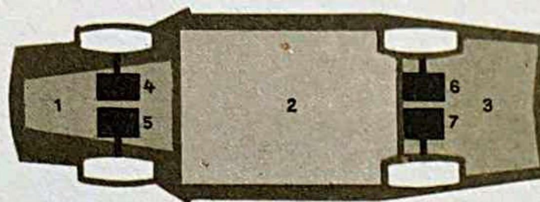
Raketni automobil. Reaktivni motor troši veoma mnogo snage za tzv. unutrašnji rad, tj. za pogon kompresora koji sabija goleme količine zraka potrebne za izgaranje pogonskog goriva. Međutim, ako se motoru uz gorivo umjesto stlačena zraka dodaje kisik, otpada unutrašnji rad (kompresor za tlačenje zraka). Takav se motor zove izvornoreaktivni (mlazni) motor ili *raketa*. Snaga takva motora, koji je mnogo lakši i jeftiniji, iskorišćuje se isključivo za pogon. To je razlog da raketni automobil mora nositi sa sobom kisik za izgaranje pogonskog goriva u raketi. Budući da se ne može golema količina kisika nositi u plinovitu stanju, on se upotrebljava u obliku različnih kemijskih spojeva ili pak vrlo stlačen u tekućem stanju. U najnovije doba uspjelo je dobiti jeftine kisikove spojeve u atomskim reaktorima.

stupanj korisnog djelovanja. Poslije 1950. počele su usavršavati taj novi postupak mnoge kemijske i elektrotehničke tvornice.



Mala gorivna ćelija s vodikom i kisikom. Zasad se još ne može upotrijebiti na automobilima zbog skupoće katalizatora, elektrolita i metala za stijenke koje troši kemijska reakcija



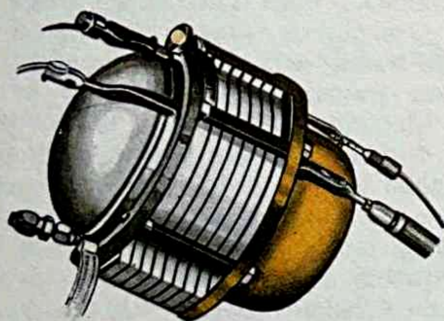


Chryslerov pokusni električni osobni automobil »Cela I« iz 1962. tjeran s 4 mala elektromotora strujom iz 1200 gorivnih ćelija

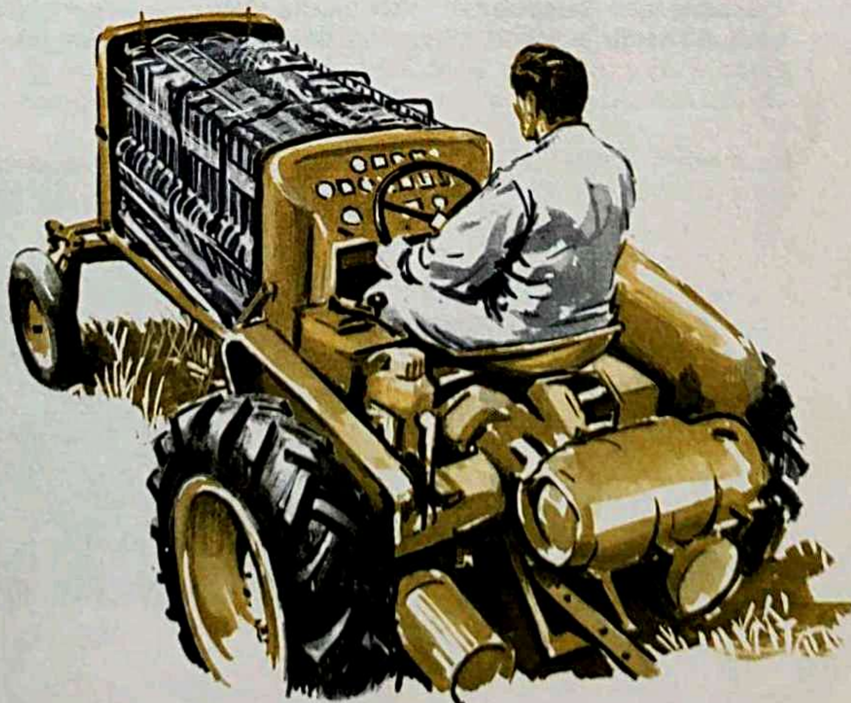
Automobilski akumulator daje oko 20 Wh po kilogramu svoje težine. Gorivna ćelija 1961. dala je 500 do 600 Wh po kilogramu svoje težine. U Milwaukeeu (Milvokiju) u SAD voze traktori u kojima baterija od 1008 spojenih gorivnih ćelija daje 15 kW, a tvornica Chrysler izradila je i prvi osobni automobil *Cella I* koji ima sličnu ćelijsku bateriju, a kotače tjeraju četiri mala elektromotora.

Gorivne ćelije kod rada ne stvaraju toplinu, a stupanj njihova korisnog djelovanja dostiže 80% (Ottova motora samo 30%). Automobil s takvim ćelijama tjeraju elektromotori bez šuma, dima i smrada, a može se izraditi mnogo jeftinije, jer kod njegove izradbe otpadaju mnogi skupi i složeni dijelovi.

Za pogon se ne mora upotrijebiti vodik. Dobra su pogonska sredstva i ugljikovodici, benzin ili plinsko ulje. Još se ispituju i druga goriva koja se upotrebljavaju uvijek u parovima: jedno je



Shematski presjek gorivne ćelije (gorivne baterije, engl. fuel-cell, č. fjuel cel). Princip je djelovanja takve ćelije »obratna analiza«. U ćeliji se pretvara energija, što je stvara kemijska reakcija kisik + vodik, neposredno u električnu energiju, bez posredstva topline, koja je uvijek posredna faza u sličnoj pretvorbi. Pri pogonu dobiva se i voda koja istječe iz gorivne ćelije. Ćelijski elementi mnogo su otporniji nego u običnom električnom akumulatoru, stoga su i mnogo trajniji



Poljoprivredni pokusni traktor od 30 KS, tjeran strujom od 15 kW iz 1008 povezanih gorivnih ćelija

oksidacijsko, a drugo redukcijsko gorivo. Oksidacijska su goriva: kisik, zrak i klor, a redukcijska vodik, ugljični monoksid, zemni plin, formaldehid, alkohol, cink i magnezij. Zbog bojazni da ne bi takvi automobili vozili bez benzina, velika petrolejska društva istražuju nova pogonska goriva iz nafte.

Drugi istraživači ispituju cijepanje vode u atomskim reaktorima kako bi dobili pogonska sredstva iz vodikovih spojeva. Ako to uspije, sve će zemlje biti neovisne o izvorima nafte, zemnog plina ili ugljena, jer će svaka zemlja koja ima dovoljne količine vode moći proizvoditi pogonsko gorivo.

Osobni automobili s gorivnim ćelijama neće biti brži i udobniji, ali će voziti nečujno i bez smrada i, što je najvažnije, bit će jeftiniji od današnjih automobila, a ni njihovo održavanje neće biti skupo.

Zaključak. Teško je sada i nagađati hoće li automobil budućnosti imati klipni ili turbinski motor, ili će se ponovno pojaviti električni automobili s gorivim ćelijama, koji neće više trovati atmosferu u velikim gradovima. Hoće li automobil i dalje imati četiri kotača? Možda će voziti samo na dva, ili neće imati nijedan, nego će lebdjeti povrh tla (v. lebdjelice u drugoj knjizi), ili će uzlijetati visoko povrh kuća, osloboditi zakrčene ulice i naći nova parkirališta na ravnim krovovima budućih nebodera.

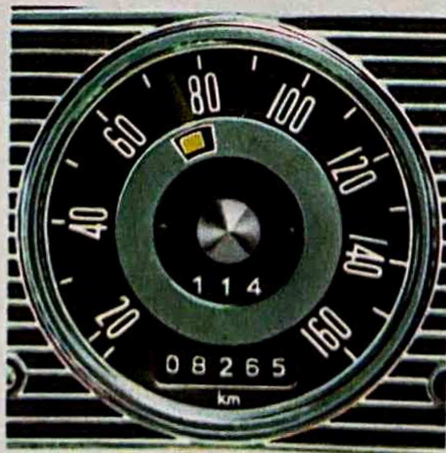
Kad danas neki avion prokrstari nebom i privuče naš pogled, uvijek i nesvjesno pogledamo kakve je vrsti, pa ako ustanovmo da nije »mlažnjak« nego običan avion na klipni motor s elisom, nasmiješimo se jer nam se čini da gledamo neko staro zračno vozilo. A prvi su mlazni avioni uzletjeli tek prije nepunih trideset godina...

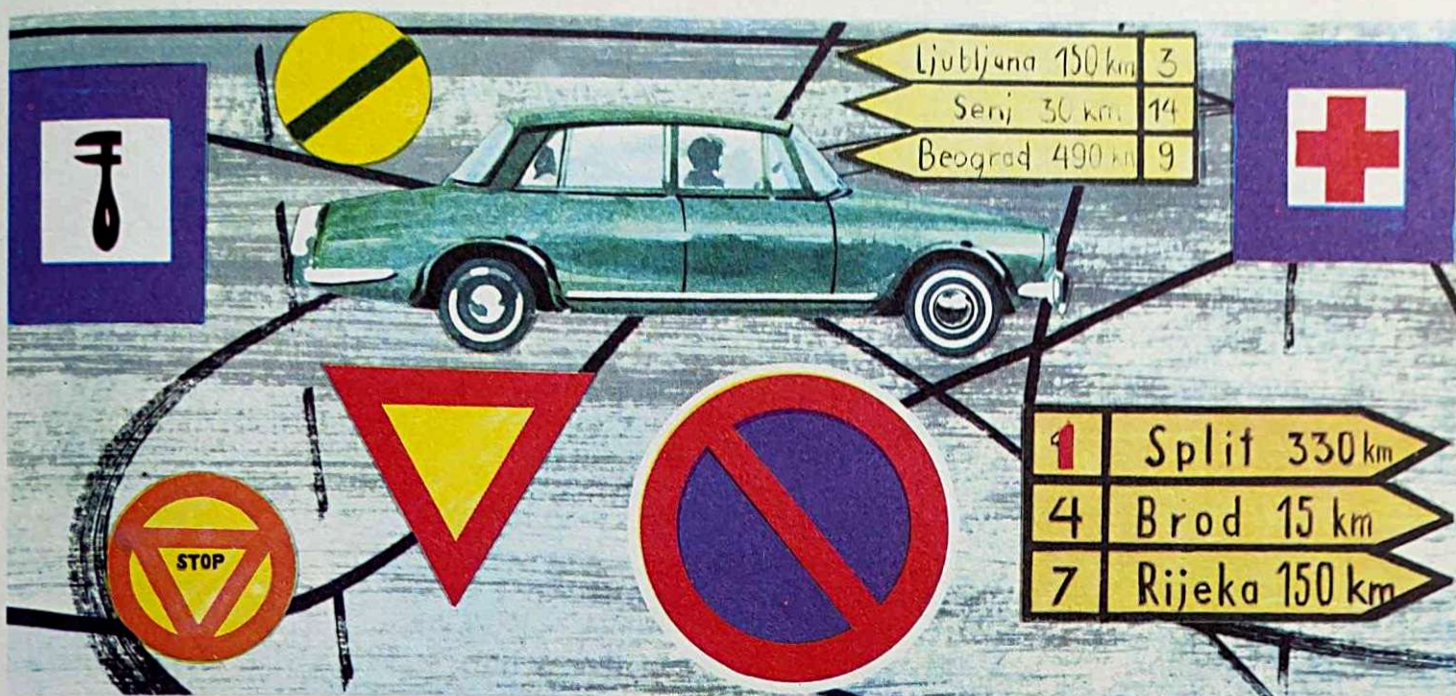
Danas se svijet doista naglo mijenja, a tehnički je napredak toliko brz da ga, zaokupljeni svakodnevnim brigama, ne stižemo ni slijediti. Slušamo samo o nekim vrhunskim dostignućima i najkrupnijim razvojnim skokovima, a ono što nam je, do nedavna, bilo lijepo i najsavršenije veoma nam se brzo čini »pretpotopnim«. Pa ipak su avioni s klipnim motorom i elisom noviji izum nego automobili, koji se unatoč svim poboljšanjima ipak nisu bitno izmijenili.

Automobilski motor znatno je usavršen, mnogo je lakši i jači, te je danas mnogo bolji nego prije samo deset godina, ali je ipak ostao iste onakve vrsti kao što je bio Daimlerov, Benzov ili Ottov prije sedamdeset godina. Ni drugi se dijelovi na vozilima nisu bitno promijenili. Do danas su na njima ostala četiri kotača manjeg ili većeg promjera, s gumama manjeg ili većeg zračnog tlaka. Upravljač je savršeniji, ali je ipak jednako opasan kao i jučerašnji. Sjedišta su svakako udobnija, ali su u vozilu ipak raspoređena za dva, četiri ili šest putnika, koji sjede okrenuti licem prema naprijed kao i na najstarijim automobilima. Ništa se nije iz temelja promijenilo, iako je za sedam desetljeća izvršeno mnogo vrijednih i duhovitih usavršenja.

Proizvođači automobila danas sve više mijenjaju oblike karoserija i daju im sve ljepši lik aerodinamičkih linija, kako bi se postigle što veće brzine. Groznica za brzinom jedna je od karakterističnih bolesti našeg doba. Svagdje se grade novi auto-putovi pogodniji za sve brža putovanja. Međutim, da bi se na takvim putovima mogle dostići i najveće brzine, treba izgraditi automobile koji će juriti stotine kilometara neprekidno punom brzinom, te koji će imati i sve uređaje da putnici mogu putovati brzo, udobno ali i sigurno. Kao što se usavršavaju putnički avioni da dostignu nadzvučne brzine, kao što se naglo mijenja čitav način života i sve oko nas, tako će se promijeniti i automobili. Oni koji nas danas zadivljuju sutra će postati zastarjeli.

To je razlog što na kraju ove knjige ne možemo napisati »konac«, jer tehnički razvoj brodova i automobila nije završen. Možemo samo zapisati kojim smo danom prestali slijediti njihov razvoj.





Cestovni promet

U staro doba kretala su se putevima samo kola o koja su bile upregnute životinje. Brža su kola najčešće vukli konji, a sporija volovi. Svatko je vozio kako je htio i kako mu se činilo najudobnije. Stoga je posve razumljivo da je na putovima dolazilo do sudara i nesreća, a još češće do sukoba i prepirki. Prednost su tada na svim cestama imale sprege velikaša i bogataša pred kojima su se morala uklanjati s puta trgovačka kola i seljačke taljige. Bilo je sultana i paša koji su uživali da ispred njihovih kola jure konjanici i bičevima tjeraju s puta sva vozila, pa i pješake ako nisu poklekli i klanjali se do zemlje. Ima doduše i sada samovoljnih vozača, ali ih u obijesti na cestama sputavaju strogi prometni propisi, koji su za sve jednaki.

Bilo je ipak i u najstarije doba nepisanih pravila, vrijednih običaja, što su ih poštivali stanovnici nekoga grada ili kraja jer su uviđali da je bolje ako ih se pridržavaju. Tako su npr. Iliri u Dalmaciji, davno prije početka naše ere, pri gradnji cesta na krševitim mjestima dubli u kamenu stancu kolosijeke za kotače svojih kola, a u nekim prijevojima dubli su ponekad i dva takva kolosijeka, jedan uz drugoga, radi mimoilaženja. Na takvim je mjestima zamijećeno da se glađi kolosijek uvijek penje blaže od drugog, koji je strmiji i hrapaviji. Po glatkom su se putu kola penjala uzbrdo, a po strmom i hrapavom su se spuštala. Tog su se običaja svi rado pridržavali, jer tada na putu nisu nailazili na smetnje.

I po stazama duž rijeka uvijek je sprega, koja je teglila brodove uz vodu, hodala posve blizu rijeke, a druga što se vraćala niz vodu, držala se podalje od vode da ne smeta prvoj. Kasnije je taj običaj i propisan zakonom o kopitnici i kopitarenju (v.).

Međunarodni propisi. Iako su mora prostranija, a rijeke šire nego ceste, ipak su se međunarodna pravila pojavila najprije na moru, zatim na plovnim rijekama, a tek znatno kasnije na cestama. Možda je tome uzrok što su brodovi prije izišli iz državnih granica i češće dolazili u dodir s brodovima drugih država. Cestovni su prometni zakoni veoma mladi. Mlađi su od njih samo zrakoplovni.

Bilo je donedavno propisa koji nam se danas čine smiješni, kao npr. engleski zakon što je određivao da ispred svake lokomotive i parne diližanse mora hodati pješak sa zvonom i crvenom zastavom. Međutim, treba imati na umu da svako vrijeme ima i svoje prilike, pa će se i naši potomci zacijelo smijati nekim prometnim pravilima, koja mi sada smatramo nužnima i opravdanima.

U početku je svaka država posebnim zakonima propisivala kako će se odvijati promet na njezinom području, a propise je izrađivala na temelju starih običaja kojih su se vozači i pridržavali na putovima svoje zemlje. Britanski su kočijaši vozili kolima uz lijevi rub ceste, pa su i prvi propisi u

Velikoj Britaniji ozakonili takav običaj. Stoga se Englezi, a s njima i vozači nekih drugih naroda, drže na putovima lijeve strane kolnika. Svi ostali narodi slijedili su francuske običaje i zakone, te se pri vožnji drže desne strane ceste.

Kad su se na cestama pojavila brza motorna vozila, koja su sve češće i lakše prelazila državne međe, iskrsla je potreba da se utvrde međunarodni prometni propisi, koji bi ujednačili prilike na svim putovima, bez obzira na državne granice. Prva međunarodna konvencija o cestovnom i automobilskom prometu sklopljena je 11. X 1909. u Parizu. Nakon toga prihvaćeno je još nekoliko saobraćajnih konvencija koje su sklopljene u drugim gradovima, ali najvažnije su: pariska konvencija iz 1931. i ženevska od 19. IX 1949. koje preporučuju svim državama da ujednače cestovnu signalizaciju prema međunarodnim uzorima.

Međunarodne konvencije preporučuju da sve države propisuju jednake prometne znakove, ali ipak ima u signalizaciji na putovima pojedinih država još dosta razlika. Osim toga, trebalo bi se pridržavati načela da na prometnim znakovima ne bude riječima ispisanih naredaba ili obavijesti, jer ih stranci ne razumiju. Na posljednjoj međunarodnoj konferenciji govorilo se i o tome, kako bi trebalo da prometni znakovi budu razumljivi i nepismenim vozačima. U nekim nerazvijenim prekomorskim zemljama doista ima dobrih ali nepismenih vozača. Da li bi i pismeni Evropljani bili u boljem položaju u Kini, Japanu, Indiji, arapskim i drugim zemljama, kad bi umjesto saobraćajnih znakova uz putove bili postavljeni natpisi na njihovim jezicima i pismenima?

Ni pripadnici jedne države u Evropi ne razumiju jezike svih ostalih zemalja. To je bio razlog da su i kod nas ukinuti prometni i drugi natpisi, kao npr. **odron kamena, pažnja divljač, pitka voda, opasnost od požara** i dr. Sve se takve obavijesti i naredbe mogu prikazati slikom, npr. pitka voda likom pipca iz kojeg teče mlaz vode, nepitka voda prekriženim likom pipca, opasnost od požara prekriženom upaljenom žigicom, odron kamena slikom klisure s koje se odronjava kamenje i sl.

CESTOVNA SIGNALIZACIJA

ZNAKOVI OPASNOSTI

Znakovi opasnosti upozoravaju na različite pogibelji koje prijete na nekom mjestu ili na dijelu puta. Likovi na istostraničnim trokutima, koji su okrenuti vrhom prema dolje, prikazuju vrstu opasnosti. Jedni znakovi prikazuju jedan ili više uzastopnih zavoja na cesti, a drugi opominju na pogibeljne uzbrdice i nizbrdice.

Znakovi **opasna uzbrdica** i **opasna nizbrdica** upozoravaju na pogibeljan nagib ceste, obično veći od 10%. Nagib ceste uvijek se označuje u postocima. Npr., ako na znaku opasne uzbrdice piše 14%, znači da se cesta diže 14 m na svakih 100 m prevaljenog puta. Prije takvog mjesta treba promijeniti brzinu i uz uspon voziti trećom ili drugom, a u slučaju potrebe i prvom brzinom. Pri spuštanju treba voziti smanjenom brzinom i kočiti samo motorom i prijenosnim uređajem, uz što rjeđu upotrebu kočnice. Obično se spominje pravilo da na nekoj strmoj nizbrdici treba kočiti motorom u onoj brzini na mjenjaču brzine, kojom brzinom bi se to vozilo kretalo uzbrdo uz jednak uspon.

Pravilnik propisuje još znakove koji upozoravaju na suženje puta, na pokretne mostove, na blizinu riječne, kanalske, jezerske ili morske obale, na izbočine, ulekнuća i prijevoje na cesti, na klizav kolovoz, na kamen koji pršti ispod kotača, na pješačke prijelaze, na djecu koja bi mogla istrčati na kolovoz, na bicikliste, na domaće životinje i divljač koja prelazi preko ceste, na radnike ili radove koji se obavljaju na cesti.

Jedan trokutni znak opasnosti s tri kruga, od kojih je gornji crven, srednji žut a donji zelen, upozorava da se nedaleko iza njega nalazi raskrsnica ili pješački prijelaz, koji je označen svjetlosnim prometnim znakovima (semaforima). Taj znak opominje vozača da smanji brzinu, kako bi mogao bez opasnog kočenja zaustaviti vozilo ispred semafora.

Poseban znak opasnosti upozorava vozača na odron kamena na cesti, a znak: **blizina avionske piste** označuje dio puta preko koga avioni prelijeću u niskom letu pri uzlijetanju i slijetanju. Znak opasnosti: **bočni vjetar** označuje blizinu onog dijela puta na kome puše jak bočni vjetar. Crveno-bijeli rukavac može biti okrenut udesno ili ulijevo, tako da pokazuje i smjer vjetra. Znak s dvije uspravne protusmjerne strelice označuje blizinu mjesta gdje se prelazi od jednosmjernog na dvosmjerni promet na cesti.

Znak: **tunel** upozorava vozača da se približava cestovnom tunelu, a to je i opomena da treba upaliti oborena svjetla. Ako se vozi po jakom suncu sa zelenim naočarima, treba prije ulaska u tunel skinuti takve naočari.

Za sve pogibelji, za koje nije predviđen poseban znak, propisan je opći znak: **opasnost na putu** (crni usklićnik!). Ispod tog znaka može biti izložena i dopunska ploča s natpisom koji objašnjava kakva opasnost prijeti na tom mjestu ili dijelu puta.

Znak: **ukrštenje putova iste važnosti** opominje vozača da će uskoro naići na raskrsnicu gdje se put, kojim se on kreće, siječe s nekim drugim putem, a oba su u prometnom pogledu od jednake važnosti, tj. nijedan od njih nije put s prvenstvom prolaska. Takvim se raskrsnicama treba približavati veoma oprezno, kako bi i u slučaju najmanje opasnosti vozač mogao zaustaviti svoje vozilo i prepustiti prednost onim vozilima koja dolaze drugom cestom s desne strane. U ovom slučaju, dakle, vrijedi opće pravilo o kretanju na raskrsnicama javnih putova.

Znak: **križanje sa sporednim putem** upozorava vozača, koji vozi glavnim putem, da se pred njim nalazi raskrsnica, gdje se njegov glavni put s pravom prednosti, križa s drugim putem koji nema pravo prednosti. Iako vozač, koji se kreće glavnim putem, ima prednost na raskrsnicama i ne mora smanjivati brzinu ni zaustavljati se, on ipak mora biti oprezan, kako bi mogao na vrijeme zaustaviti vozilo ako sporednim putem naiđe neko vozilo s neopreznim ili nesavjesnim vozačem, neka kola s neukim kočijašem ili stado domaćih životinja. Znak postavljen na takvoj raskrsnici opominje da i vozilima na glavnom putu prijeti opasnost sa sporednih putova, osobito za vrijeme magle i pri slaboj vidljivosti.

Ako se sporedni put spaja s glavnim putem pod pravim kutom s lijeve ili s desne strane, odnosno pod kosim kutom s lijeve ili s desne strane, raskrsnica je označena posebnim znakovima, tako da se već i iz lika na znaku opasnosti vidi pod kojim se kutom spaja sporedni put s glavnim.

Znak: **raskrsnica s kružnim tokom saobraćaja** označuje blizinu raskrsnice gdje promet teče kružnim tokom. Lik tramvaja na znaku opasnosti označuje blizinu mjesta na kome cesta prelazi preko tramvajske pruge u istoj razini.

Blizina križanja puta i željezničke pruge u razini označuje se na dva različita načina, prema tome je li željeznička pruga ograđena branicima ili je otvorena, bez branika.

Na znaku opasnosti, što označuje da je u blizini prijelaz preko željezničke pruge u razini koja je ograđena branicima, naslikana je ograda. Ali, zbog velike opasnosti na takvim raskrsnicama, gdje prijeti opasnost od vlakova i od spuštenih branika (brklji), postavlja se na 240 m ispred brklje, ispod znaka opasnosti s likom ograde, još uspravna dugoljasta žuta ploča sa tri kose crvene pruge. Na 160 m ispred pruge namješta se druga žuta ploča s dvije kose crvene pruge, a na 80 m ispred pruge treća ploča s jednom kosom žutom prugom. Tako vozača prije raskrsnice opominju tri znaka opasnosti, koji mu pokazuju i daljinu od brklje i pruge.

Na znaku opasnosti što označuje da je u blizini prijelaz preko željezničke pruge u razini koja je nezaštićena branicima, nacrtan je obris lokomotive, a u neposrednoj blizini ispred prijelaza preko pruge postavljene su dvije ukrštene crveno-žute letve. Ako željeznička pruga na tom mjestu ima dva ili više kolosijeka, postavljaju se četiri ukrštene crveno-žute letve.

Svaki prijelaz preko željezničke pruge u razini, pregrađen branicima ili bez njih, uvijek je velika opasnost. Mnogo se teških nesreća dogodilo zbog toga što brklje nisu bile na vrijeme spuštene. Zbog toga vozač ispred neuočljive pruge mora zaustaviti vozilo i krenuti naprijed tek kad je posve siguran da ni slijeva ni zdesna ne dolazi vlak. Na takvim raskrsnicama i najmanji neoprez može stajati

ZNAKOVI OPASNOSTI



Zavoj nalijevo

Zavoj nadesno

Dvostruki zavoj ili više uzastopnih zavoja, prvi nalijevo

Dvostruki zavoj ili više uzastopnih zavoja, prvi nadesno

Opasna nizbrdica

Opasan uspon

Suženje puta

Suženje puta s lijeve strane

Pokretni most

Blizina obale

Izbočina ili ulegnuće na putu

Prijevoj puta

Klizav kolnik

Prštanje kamenja

Obilježeni pješački prijelaz

Djeca na putu

Biciklisti na putu

Domaće životinje na putu

Divljač na putu

Radovi na putu

Blizina svjetlosnih saobraćajnih znakova

Odronjavanje kamenja

Blizina avionske piste

Bočni vjetar

Saobraćaj u oba smjera

Tunel

Opasnost na putu

Križanje s putom jednake važnosti

Križanje sa sporednim putom

Spajanje sa sporednim putom pod pravim kutom s lijeve strane

Spajanje sa sporednim putom pod oštrim kutom s lijeve strane

Raskrsnica s kružnim tokom saobraćaja

Tramvajska pruga

Blizina prijelaza preko željezničke pruge s branicima

Blizina prijelaza željezničke pruge bez branika

Prijelaz preko željezničke pruge s jednim kolosijekom bez branika

Prijelaz preko željezničke pruge sa dva ili više kolosijeka bez branika

Približavanje prijelazu puta preko željezničke pruge s branicima

Približavanje prijelazu puta preko željezničke pruge bez branika

ZNAKOVI IZRIČITIH NAREDABA

Križanje s putom koji ima prvenstvo prolaska

Obavezno zaustavljanje

Zabrana saobraćaja u oba smjera

Zabrana saobraćaja u jednom smjeru

Z. s. za sva motorna vozila osim motocikla bez prikolice

Zabrana saobraćaja za teretna motorna vozila

Z.s. za mot. vozila koja vuku priključno vozilo osim poluprikolice

Zabrana saobraćaja za traktore

Zabrana saobraćaja za motocikle

Zabrana saobraćaja za bicikle s pomoćnim motorom

Zabrana saobraćaja za bicikle

Zabrana saobraćaja za zaprežna vozila

Zabrana saobraćaja za ručna kolica

Zabrana saobraćaja za pješake

Zabrana saobraćaja za sva motorna vozila

Zabrana saobraćaja za sva motorna i zaprežna vozila

Z.s. za sva motorna vozila, zaprežna vozila i bicikle

Zabrana saobraćaja za vozila koja prelaze označenu širinu

Zabrana saobraćaja za vozila koja prelaze označenu visinu

Zabrana saobraćaja za vozila koja prelaze označenu težinu

Z.s. za vozila koja prelaze označeno osovinsko opterećenje

Z.s. za vozila koja prelaze označenu duljinu

Najmanji dopušteni razmak između vozila

Zabrana skretanja ulijevo

Zabrana skretanja udesno

Zabrana polukružnog okretanja

Z. pretjecanja svih mot. vozila osim motocikla bez prikolice

Zabrana pretjecanja za teška teretna vozila

Najveća dopuštena brzina

Zabrana davanja zvučnih znakova

Zabrana prolaska bez zaustavljanja – carinarnica

Prvenstvo prolaska vozila iz suprotnog smjera

Zabrana zaustavljanja i parkiranja

Zabrana parkiranja

Zabranjeno parkiranje na parne dane desno

Zabranjeno parkiranje na parne dane lijevo

ZNAKOVI OBAVEZA



Najmanja dopuštena brzina


Obavezna upotreba lanaca za snijeg


Staza za bicikliste


Staza za pješake


Staza za konjanike


Obavezan smjer


Obavezan smjer


Obavezan smjer


Dopušteni smjerovi

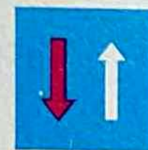

Obavezno obilaženje s desne strane


Obavezno obilaženje s lijeve strane

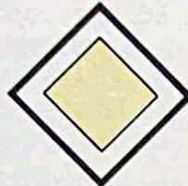

Kružni tok saobraćaja

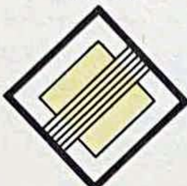
ZNAKOVI OBAVJEŠTENJA


Put s jednosmjernim saobraćajem


Prvenstvo prolaska u odnosu na vozila iz suprotnog smjera

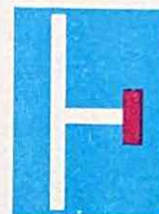

Put s jednosmjernim saobraćajem


Put s prvenstvom prolaska


Završetak puta s prvenstvom prolaska


Obilježeni pješački prijelaz


Podzemni ili nadzemni pješački prolaz


Slijepi put



Putokaz



Putokaz za aerodrom



Putokaz za kamp



Putokaz za planinarski dom


Auto-put


Završetak auto-puta


Put rezerviran za saobraćaj motornih vozila


Završetak puta rezerviranog za saobraćaj motornih vozila


Razvrstavanje vozila


Vremenski ograničeno parkiranje


Parkiralište



Bolnica


Stanica za pomoć


Radionica za popravak vozila


Telefon


Benzinska stanica



Broj puta



Broj međunarodnog puta


Hotel ili motel


Restauracija


Kavana


Teren uređen za izletnike


Kamp


Teren za boravak karavana


Teren za kampiranje i boravak karavana


Planinarski dom

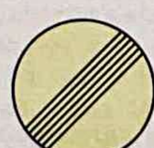

Prestanak zabrane pretjecanja svih motornih vozila osim motocikla bez prikolice


Prestanak zabrane pretjecanja za teška teretna vozila

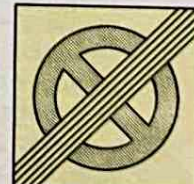


Prestanak ograničenja brzine


Prestanak zabrane davanja zvučnih znakova

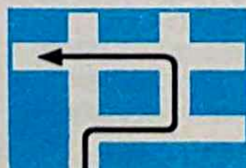

Prestanak svih zabrana


Područje s ograničenim trajanjem parkiranja

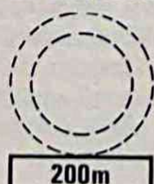

Izlaz iz područja s ograničenim trajanjem parkiranja



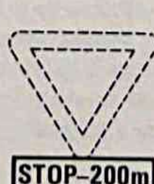
Raskrsnica

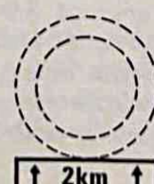

Smjer kretanja vozila koja namjeravaju skrenuti ulijevo na raskrsnici na kojoj je skretanje ulijevo zabranjeno

DOPUNSKE PLOČE

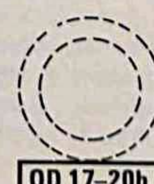


Udaljenost između saobraćajnog znaka i početka njegove vrijednosti

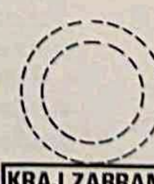




Duljina dijela puta na kojoj vrijedi saobraćajni znak



Vremensko ograničenje važnosti saobraćajnog znaka



Pobliže određenje značenja saobraćajnog znaka

života. Na nepreglednim mjestima, ili po magli i slaboj vidljivosti, jedan od putnika treba da iziđe iz vozila, da oprezno priđe željezničkoj pruzi te izvidi i osluhne dolazi li vlak. Tek kad je posve siguran o stanju na pruzi, izviđač može dati vozaču rukom znak da krene naprijed ili da pričeka.

ZNAKOVI IZRIČITIH NAREDABA

Ovim se znakovima označuju zabrane, ograničenja i obaveze kojih se vozači moraju pridržavati. Znakovi ograničenja su okrugle ploče svijetložućkaste boje s crvenim rubom. Iznimka je samo trokutni znak okrenut vrhom prema dolje: **križanje s putem koji ima prvenstvo prolaska.** On označava blizinu raskrsnice na kojoj vozač mora ustupiti prvenstvo prolaska vozilima koja se kreću putem na koji on nailazi.

Znak: **obvezatno zaustavljanje** je okrugla ploča s nacrtanim trokutom i natpisom **stop**. Taj znak označuje mjesto pred raskrsnicom ili pred nezaštićenim prijelazom puta preko željezničke pruge u razini, gdje je vozač dužan zaustaviti vozilo i ustupiti prvenstvo prolaska svim vozilima koja se kreću putem na koji on dolazi, odnosno prugom preko koje prelazi.

Znak: **zabrana saobraćaja u oba smjera** označuje put, odnosno dio puta, na kome je zabranjen promet svim vozilima u jednom i u drugom smjeru.

Znak: **zabrana saobraćaja u jednom smjeru** označuje ulicu, put ili dio puta na kome je zabranjen promet vozila iz smjera prema kome je okrenut znak. To je, dakle, jednosmjerna cesta ili ulica, u koju se ne smije ući nikakvim vozilom s one strane gdje se nalazi takav znak. Na drugom kraju ceste ili ulice, gdje je ulazak dopušten, nema takvog znaka jer s te strane nema ograničnja, ali, kako su jednosmjernim proglašene redovito samo uske i zakrčene ulice, na drugom kraju, gdje je ulazak dopušten, nalazi se znak: **jedan smjer.** Time se vozačima daje na znanje da im pri prolasku kroz takvu ulicu ili cestu neće dolaziti u susret druga vozila.

Ovim pravilnikom propisano je mnogo znakova zabrane saobraćaja. Potpisi pod slikama dovoljno tumače svaki znak. Ako se na znaku: **zabrana saobraćaja za teretna motorna vozila** ili na posebnoj ploči ispod njega nalazi natpis s oznakom težine, npr. **5 t**, zabrana vrijedi samo za vozila čija najveća dopuštena težina premašuje na znaku označenu težinu.

Kod znaka: **zabrana saobraćaja za vozila čija ukupna širina prelazi širinu označenu na znaku,** pod ukupnom širinom podrazumijeva se i širina tereta, kad ona prelazi širinu gabarita na vozilu.

Slično se kod znaka: **zabrana saobraćaja za vozila čija ukupna visina prelazi visinu označenu na znaku,** pod ukupnom visinom podrazumijeva i visina tereta kad ona prelazi visinu gabarita na vozilu.

Kod znaka: **zabrana saobraćaja za vozila čija ukupna duljina premašuje duljinu označenu na znaku,** pod ukupnom duljinom podrazumijeva se i duljina tereta kad ona prelazi duljinu gabarita na vozilu.

Znak: **najmanji dopušteni razmak između vozila** označuje najmanji razmak između vozila u kretanju, koga se vozači moraju pridržavati.

Znakovi: **zabrana skretanje ulijevo** i **zabrana skretanja udesno** označuju da ni jedno vozilo ne smije skrenuti s puta kojim se kreće na lijevi, odnosno na desni ili bočni put.

Znak: **zabrana polukružnog okretanja** označava da se ni jedno vozilo na tom putu ne smije okretati u punom polukrugu radi vraćanja istim putem natrag.

Znak: **zabrana pretjecanja za teška teretna vozila** označava put, odnosno dio puta, na kome je zabranjeno da teretna vozila, čija najveća dopuštena težina prelazi 3,5 tone, pretječu druga motorna vozila, osim motocikla bez prikolice. Ako je na ovom znaku pridodata dopunska ploča, na kojoj je označena neka druga najveća dopuštena težina (npr. **5 t**), zabrana se odnosi samo na ona teretna motorna vozila čija najveća dopuštena težina premašuje tako označenu težinu.

Znak: **najveća dopuštena brzina** označava put, odnosno dio puta, na kome se vozila ne smiju kretati brzinom u km na sat, većom od one koja je označena na znaku. Ako je ovom znaku pridodana dopunska ploča s naznakom težine vozila

(npr. 5 t), označeno ograničenje brzine odnosi se samo na vozila čija najveća dopuštena težina prelazi tako označenu težinu.

Znak: **zabrana prolaska bez zaustavljanja — carinarnica** označuje blizinu carinarnice gdje se vozilo mora zaustaviti. Ovaj se znak može upotrijebiti i za označavanje blizine drugih mjesta gdje se vozilo mora zaustaviti. U tom slučaju kratak natpis (umjesto **carina-douane**) označuje razlog obaveze zaustavljanja (npr. **milicija-policе**).

Znak: **prvenstvo prolaska vozila iz suprotnog smjera** označuje zabranu ulaska vozila u uski dio puta prije nego što tim dijelom puta prođu vozila iz suprotnog smjera.

Znak: **zabrana zaustavljanja i parkiranja** označuje stranu puta na kojoj je zabranjeno zaustavljanje i parkiranje vozila. Znak: **zabrana parkiranja** označuje stranu puta na kojoj je zabranjeno parkiranje vozila. Zaustavljanje znači stajanje na mjestu kraće od 15 minuta, a parkiranje stajanje na mjestu dulje od 15 minuta. Ova dva znaka mogu imati i dodatne ploče s naznakom: 1. dana u tjednu, odnosno mjesecu, ili vremenskog razdoblja u toku dana na koje se odnosi zabrana; 2. najduljeg dopuštenog boravka zaustavljenog, odnosno parkiranog vozila; 3. kategorije vozila na koje se odnosi zabrana.

Znakovi: **izmjenično parkiranje** označuju dio puta na kome je zabranjeno parkiranje s obje strane puta istodobno, a dopušteno je parkiranje samo s jedne strane. Na neparne dane zabranjeno je parkirati na onoj strani puta, koja je označena s brojkom I, a na parne dane zabranjeno je parkiranje na strani puta koja je označena brojkom II. Umjesto oznaka I i II mogu na znakovima biti i druga vremenska razdoblja, npr. 1—15 i 16—31. U tom slučaju parkiranje je zabranjeno od 1. do 15. u mjesecu na onoj strani gdje su upisane te brojke, a od 16. do 31. na onoj strani gdje su upisane druge dvije brojke.

ZNAKOVI OBVEZA

Znakovi obveza su okrugle modre ploče s bijelim likovima i natpisima. Znak: **najmanja dopuštena brzina** označuje put, odnosno dio puta, na kome se vozila moraju kretati najmanje onom brzinom u km na sat, koja je označena na znaku.

Znak: **obvezatna upotreba lanaca za snijeg** označuje dio puta na kome po snijegu ili poledici motorna vozila, osim motocikla, moraju na pogonskim kotačima imati lance. Znakovi koji nose lik bicikla, pješaka ili konjanika, označavaju staze kojima se moraju kretati biciklisti, pješaci, odnosno konjanici, a po kojima se zabranjuje kretanje drugim učesnicima u prometu. Ostali znakovi obveza posve su razumljivi iz slika i bez posebnog tumačenja.

ZNAKOVI OBAVJEŠTENJA

Znakovi obavještenja pružaju vozačima i svima ostalim učesnicima u prometu potrebne obavijesti o putu kojim se kreću, nazivima mjesta kroz koja prolaze, o daljinama do tih mjesta, o prestanku vrijednosti izričitih naredaba, ali pružaju i sve druge obavijesti koje mogu biti od koristi.

Znak: **prvenstvo prolaska u odnosu na vozila iz suprotnog smjera** upozorava vozača da na uskom i opasnom dijelu puta vozila iz suprotnog smjera treba da čekaju dok prođe njegovo vozilo. Na drugom kraju tog uskog dijela puta nalazi se uvijek znak ograničenja: **prvenstvo prolaska vozilima iz suprotnog smjera.**

Za put s jednosmjernim prometom postoje dva znaka. Jedan od njih je modra ploča s bijelom uspravnom strelicom, a drugi vodoravna ploča s dugom bijelom strelicom, koja pokazuje smjer kretanja. U drugom znaku mogu u strelici biti upisane riječi: **jedan smjer.**

Znak: **put s prvenstvom prolaska** označuje put ili dio puta na kome vozila imaju prvenstvo prolaska u odnosu na vozila koja prilaze putovima što se križaju s ovim putem. Poseban znak: **završetak puta s prvenstvom prolaska,** označuje mjesto odakle prestaje prvenstvo puta po kojemu se kreće vozilo.

Dva znaka označuju pješačke prolaze: jedan s likom pješaka u trokutu označuje mjesto gdje se nalazi obilježeni pješački prijelaz, a drugi znak, s likom pješaka na stepenicama, označuje mjesto gdje se nalazi nadzemni ili podzemni pješački prolaz.

Znak: **slijepi put** označuje blizinu i položaj puta koji nema izlaza (slijepi put). Položaj lika na ovom znaku treba da odgovara položaju slijepog puta u odnosu na put na kome se postavlja ovaj znak.

Ispred raskrsnice na kojoj je zabranjeno skretanje u lijevo postavlja se tabla s tlocrtom najbliže okolice na kojoj su blokovi kuća obojeni modro, a crnom strelicom označen je put kako se vozilo mora kretati, ako namjerava skrenuti ulijevo na raskrsnici, na kojoj je zabranjeno skretanje ulijevo.

Na putovima su za orijentaciju veoma važni putokazi. Na putokazu, koji označuje mjesto u koje vodi put na kome je postavljen putokaz, označena je i daljina, izražena u km, do tog mjesta. Ako je na putokazu upisan i redni broj puta, on se nalazi na strani suprotnoj od strelice i odvojen je od drugih natpisa na putokazu crnom crtom. Putokazi koji pokazuju put prema aerodromu imaju, iza imena aerodroma, obris aviona, oni koji pokazuju put u kamp nose lik šatora, a putokazi prema planinarskim domovima imaju nacrtanu kolibicu i jedan bor.

Nacionalni broj puta upisan je crnom brojkom na žutoj pozadini, a međunarodni broj puta bijelom brojkom na zelenoj pozadini.

Mjesto gdje počinje auto-put označuje se s dva bijela traka i jednim bijelim nadvožnjakom, a mjesto gdje završava auto-put označuje se jednakim znakom, samo je on prekrižen jednom crvenom dijagonalnom prugom.

Put rezerviran samo za promet motornih vozila nosi lik bijelog automobila na modroj ploči, a mjesto gdje završava takav put označuje se jednakim znakom dijagonalno precrtanim crvenom prugom.

Na ulazu u svako naseljeno mjesto nalazi se uvijek znak: **naziv mjesta.** Taj znak označuje naziv grada ili sela (naselja) u koje ulazi put, ali određuje i granicu od koje počinje to mjesto i odakle vrijede posebna pravila i ograničnja brzine za promet kroz naselja.

Znakovi za prestanak pojedinih zabrana jesu svijetložućkaste okrugle ploče precrtane kosim crnim crtama. Na svakoj ploči je, osim toga, naslikan lik onog znaka koji se odnosi na zabranu. Npr. precrtana brojka, koja pokazuje brzinu u km na sat, znači da prestaje zabrana ograničenja te brzine, precrtan lik trube označuje prestanak zabrane davanja zvučnih signala, itd. Prestanak svih zabrana jest svijetložućkasta okrugla ploča s kosim crnim crtama bez ikakvog lika na njoj

Znak: **područje s ograničenim trajanjem parkiranja** označuje mjesto u naselju gdje se ulazi u područje u kojem je ograničeno trajanje parkiranja na određeno vrijeme, bez obzira da li se za parkiranje plaća pristojba ili se ne naplaćuje. Taj znak ponekad ima dopunsku ploču na kojoj su označeni dani ili satovi ograničenja. Pravilnikom je propisan poseban znak za izlazak iz područja s ograničenim trajanjem parkiranja.

Znak: **parkiralište** označuje prostor izvan kolovoza koji je određen ili posebno uređen za parkiranje vozila. Na znaku ili na dopunskoj ploči nalaze se ponekad simboli ili natpisi koji pokazuju smjer prema parkiralištu, ili kategoriju vozila kojima je namijenjeno to parkiralište, ili vremensko ograničenje parkiranja. Mjesto na kome je parkiranje vozila vremenski ograničeno označuje se drugim znakom (slovo P s likom satne ljestvice).

Znakovi za blizinu bolnice, postaje za prvu pomoć, radionice za popravak vozila, telefona, benzinske postaje, hotela, motela, restauracije, kavane, terena uređena za izletnike, kampa, terena za boravak karavana (automobilskih stambenih prikolica) i planinarskog doma posve su razumljivi i bez posebnog tumačenja.

DOPUNSKE PLOČE

Dopunske ploče se ističu uza znakove opasnosti, znakove izričitih naredaba i znakove obavještenja. Jedne pokazuju razmak između saobraćajnog znaka i početka njegove vrijednosti. Druge pokazuju duljinu dijela puta na kojoj vrijedi saobraćajni znak. Treće pokazuju vremensko ograničenje važnosti saobraćajnog znaka, a četvrte pobliže određenje značenja saobraćajnog znaka.

Svjetlosni znakovi upotrebljavaju se na raskršćima radi upravljanja saobraćajem. Takvi se znakovi nalaze i na mjestima gdje se ceste ukrštavaju sa željezničkom prugom, ali i na onim mjestima i dijelovima puta gdje treba upozoriti vozače da se obavljaju neki radovi, popravci ili preinake na kolniku.

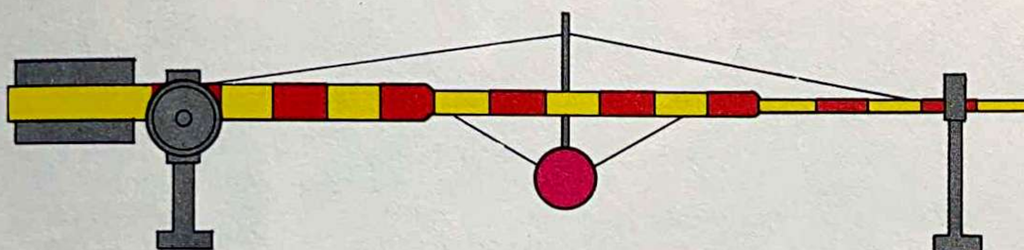
Semafori se nalaze na raskršćima uvijek s desne strane puta ili ulice. Najčešće imaju tri svjetiljke, jednu ispod druge, koje daju crvenu, žutu i zelenu svjetlost. Crvena svjetlost znači da je prolaz zabranjen, a zelena da je prolaz slobodan. Žuta svjetlost upotrebljava se kao međuznak. Ona gori u vremenu između crvene i zelene svjetlosti i nagovještava promjenu boje. Žuta svjetlost upaljena poslije crvene znači da se vozač mora pripremiti za pokret, ali ne dopušta prolazak. Žuta svjetlost poslije zelene zabranjuje vozačima da prijeđu znak, ali dopušta prolazak onima, koji su se, u trenutku paljenja žutog svjetla, toliko približili znaku da se više ne mogu zaustaviti bez opasnosti za siguran promet na raskrsnici.


Crveno: zabranjen prolaz

Žuto: uskoro promjena

Zeleno: slobodan prolaz

Semafori se nalaze na raskrsnicama s desne strane puta i imaju tri svjetiljke, jednu ispod druge


Crvena stalna ili treptava svjetlost na željezničkoj brklji znak je da je prolaz zabranjen

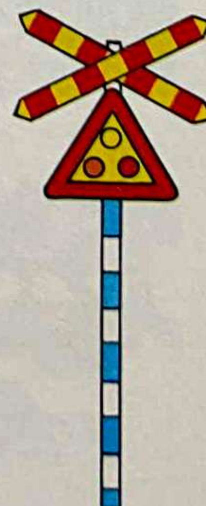
Na ponekim se raskrsnicama upotrebljava samo žuta bljeskava svjetlost. Ona obvezuje vozača da se preko tog raskršća mora kretati polagano i veoma oprezno.

Na mjestu gdje se cesta ukrštava s ograđenom željezničkom prugom mora brklja, dok je spuštena, noću biti osvijetljena reflektorom ili mora biti označena crvenom svjetlošću ili crvenim krugom koji odrazuje svjetlost.


Žuta treptava svjetlost znači: oprezno!


Na braniku, koji ograđuje radove na putu, postavlja se narančasto svjetlo na slobodnoj strani prolaza

Mjesto gdje se ukrštavaju put i željeznička pruga bez brklje mora noću biti označeno crvenom bljeskavom svjetlošću ili sa dvije svjetlosti na jednakoj visini jedna uz drugu, koje se izmjenično pale i gase. Iznad njih se može nalaziti jedna bijela ili žuta svjetlost koja se utrnjuje u dužim razmacima. Sve se te svjetiljke postavljaju ispod Andrijinog križa, a po mogućnosti ne samo s desne, nego i s lijeve strane puta. Crvena svjetlost označuje da je prijelaz preko pruge zabranjen, a bijela ili žuta svjetlost da je prolaz slobodan.


Oznake prijelaza preko pruge bez branika

Kad se na cesti obavljaju neki radovi, to se mjesto ograđuje posebnim prijenosnim branicima. Noću i za guste magle mora se na braniku postaviti narančasto svjetlo s one strane na kojoj je slobodan prolazak. Ali, ako se radovi obavljaju na sredini puta, a branikom se kolnik rastavio u dva prolaza, svjetlo se postavlja na oba bočna ruba branika. To je vozačima znak da za svaki smjer vožnje ostaje poseban prolaz, kojim vozači prolaze tako da oba svjetla ostanu s lijeve strane.

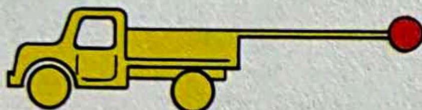
Signali na vozilima. Vozači na vozilima daju optičke signale pokazivačima smjera, rukom ili svjetlošću. Vozač, koji smanjuje brzinu vozila ili ga zaustavlja, mora upozoriti vozače iza sebe paljenjem i gašenjem crvenih svjetala.

Teretni automobili koji tegle prikolicu moraju na krovu nositi žuti trokut koji je noću osvijetljen.

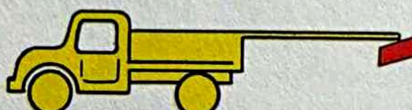
Ako na bilo kakvom vozilu teret, ili njegov dio, strši straga preko vozila, krajnji dio tereta mora biti noću i pri slaboj vidljivosti označen crvenom svjetiljkom. Po danu se takav dio tereta označuje crvenom zastavom; crvena krpa ili sl. nije dovoljno.



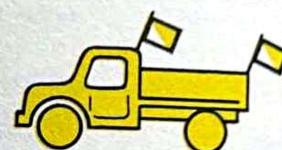
Vozilo koje tegli prikolicu nosi žuti trokut



Teret koji strši iza vozila označuje se noću crvenom svjetiljkom



Teret koji strši iza vozila označuje se danju crvenom zastavom

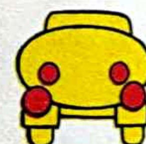


Vozilo kad prevozi zapaljive tekućine danju

Motorna vozila koja prevoze lako *zapaljive tekućine* ili plinove moraju biti označena danju sa dvije zastavice, jednom sprijeda, a drugom straga, obrubljene crnim rubom, a unutrašnje polje dijagonalno je podijeljeno na dvije plohe, od kojih je jedna bijela a druga žuta. Noću moraju nositi sprijeda iznad redovitih svjetala dva svjetla od kojih je lijevo crveno, a desno žuto. Straga, osim običnih svjetala, moraju nositi još dva svijetlocrvena svjetla.



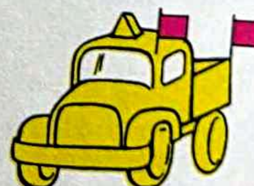
Vozila koja prevoze eksploziv označuju se crvenim zastavicama, jednom sprijeda a drugom straga.



Vozilo kad prevozi zapaljive tekućine noću

Vatrogasna kola nose na krovu crvenu svjetiljku, a službena kola *milicije* i *sanitetska vozila* modru. Te su svjetiljke upaljene i daju bljeskavu svjetlost samo onda kad takva vozila voze na izvršenje žurne dužnosti i time zahtijevaju prednost. U takvim slučajevima ona mogu upotrebljavati i sirene za davanje zvučnih signala zavijanjem. Kad su izvan službe i ne voze na izvršenje žurnih zadataka, takva vozila ne pale bljeskavu svjetlost i ne daju signale zavijanjem sirene. Tada su u svemu izjednačena s drugim vozilima iste vrsti.

Vozila nose eksploziv samo danju, a označena su crvenim zastavama



I vozači drugih vozila daju na putovima, u slučaju potrebe, zvučne signale trubom ili sirenom. Gdje je to dopušteno, vozač daje duži znak kad želi upozoriti druge vozače ili pješake da vozi ravno naprijed. Dva duža zvuka daje kad želi dati na znanje da skreće udesno, a tri duža zvuka kad skreće ulijevo. Jedan duži zvuk i odmah poslije njega kraći, znak je da se vozilo zaustavlja. Više kratkih zvukova znači da vozilo kreće natrag.



Vatrogasna vozila u službi pokazuju crveno treptavo svjetlo



Milicijska vozila u službi pokazuju modro treptavo svjetlo



Zdravstvena vozila u službi pokazuju modro treptavo svjetlo



Vozila tehničke pomoći na putu pokazuju žuto treptavo svjetlo

Kretanje javnim putovima

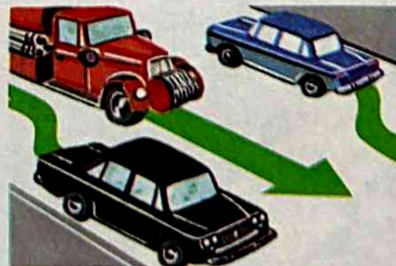
Kretanje vozila. Svako vozilo, ili skup međusobno povezanih vozila (npr. kamion s prikolicom), mora imati vozača s položenim vozačkim ispitom i propisanim osobnim ispravama. Vozač mora prije početka vožnje pregledati i urediti vozilo, tako da bude ispravno za vožnju.

Izlazak na put. Kad vozilo izlazi na javni put iz garaže, veže, dvorišta ili drugog prostora, korisno je da kod izlaza bude osoba koja izviđa put i vozaču pokazuje znakovima kad može izići, a da ne ugrozi druga vozila i pješake, te da ne smeta prometu na putu. Vozač koji izlazi na put mora prepustiti prednost svima koji se kreću tim putem.

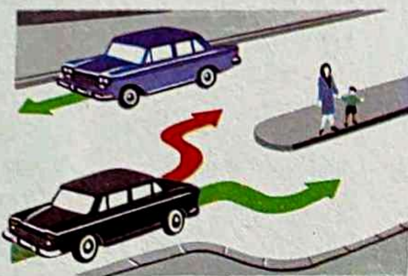




Smjer kretanja. Sva vozila koja se kreću istim smjerom moraju se držati desne strane puta. Na nekim je putovima dopušteno kretanje samo u jednom smjeru. Takvi se putovi zovu jednosmjerni.



Pješačke otoke treba obilaziti desno. Takvi se otoci obilaze desno i onda kad se nalaze bliže desnoj strani puta.



Brzina kretanja. Vozač mora voziti oprezno, a brzinu prilagoditi vrsti vozila, putu i gustoći prometa. Brzinu mora smanjiti ili zaustaviti vozilo kad prijeti i najmanja opasnost, npr. blizu škola i bolnica, na raskršćima, zavojima, strmim nizbrdicama, mostovima, u uskim prolazima i tunelima, na prašnjavoj i blatnoj cesti, ispred skupina ljudi i pješačkog prijelaza, pri prelaženju preko željezničke i tramvajske pruge, u naseljenim mjestima itd. Vozač mora voziti smanjenom brzinom i kad je slaba vidljivost, po magli, snijegu, pljusku, dimu i noću.

Našim najnovijim Osnovnim zakonom o sigurnosti saobraćaja na javnim putovima ograničena je brzina za sva motorna vozila u naseljenim mjestima na 60 km na sat, a na otvorenom putu izvan naselja dopušteno je kretati se brzinom do 120 km na sat.

Takvim se najvećim dopuštenim brzinama sva vozila smiju kretati samo u najpovoljnijim prometnim uvjetima. Međutim, svi se vozači moraju pridržavati ograničenja što ih propisuju





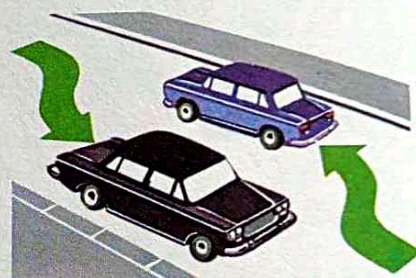
prometni znakovi ili opće odredbe Osnovnog zakona o sigurnosti saobraćaja, koje određuju da se brzina mora smanjiti na određenim mjestima i pod utvrđenim uvjetima vožnje.

Novi Osnovni zakon, dakle, dopušta znatno veće brzine od onih koje su bile propisane starim zakonom. U nekim državama, koje imaju i bolje ceste nego što su naše, uopće je zabranjeno



voziti osobnim automobilom brže od 90 km na sat, a kamionima 40 km na sat kroz naselja i 80 km na sat izvan naselja.

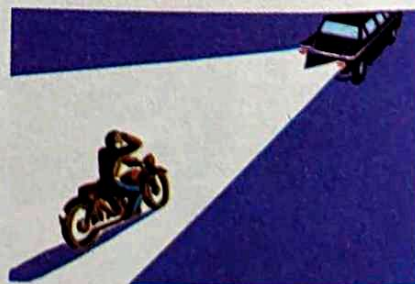




Mimoilaženje. Kad se susreću dva vozila, oba moraju na vrijeme skrenuti prema svom desnom rubu puta, tako da se mogu mimoići bez opasnosti.

Što je cesta uža, to se više mora smanjiti brzina. Ako se vozila ne mogu mimoići, mora se pomaknuti natrag, koliko je potrebno, ono vozilo koje se može lakše premjestiti.

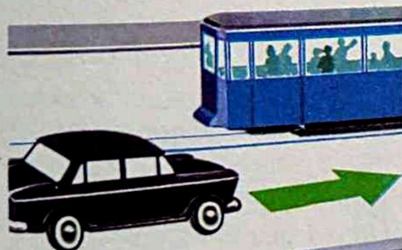
Pri mimoilaženju noću treba oboriti velika svjetla da ne zaslijepe oči vozaču koji dolazi u susret.



Pretjecanje je dopušteno samo ako se njime ne dovode u opasnost prolaznici i druga vozila, te ako je slobodan put za dalje kretanje naprijed, a u susret ne dolazi nijedno vozilo. Sva se vozila kod nas moraju pridržavati pravila: vozi desno a pretječi lijevo.



Tramvaje, koji se kreću kolosijekom položenim sredinom ulice, mora se pretjecati desno.



Ako se tramvaji kreću kolosijekom uz desni rub kolnika, treba ih pretjecati lijevo.



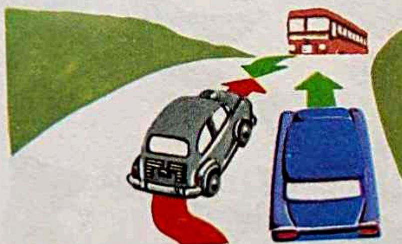


Zabranjeno je pretjecati zaustavljena javna vozila za prijevoz putnika (tramvaje, trolejbuse i autobuse) dok putnici u njih ulaze ili iz njih izlaze. Sva se ostala vozila moraju zaustaviti iza javnih vozila i pričekati dok ona krenu.

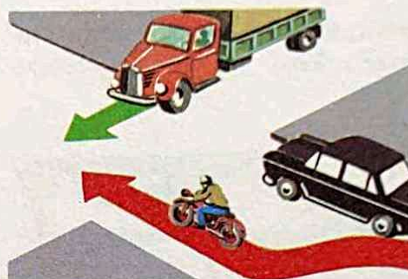
Pretjecanje je zabranjeno na zavojima i na mjestima gdje je kolnik sužen ili zakrčen drugim vozilima ili zaprekama.



Pretjecanje je zabranjeno i na prijevojima te na svim onim dijelovima puta gdje je preglednost slaba.



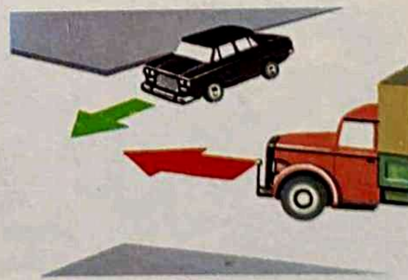
Najstrože je zabranjeno pretjecati bilo koja vozila na raskršćima putova i ulica.



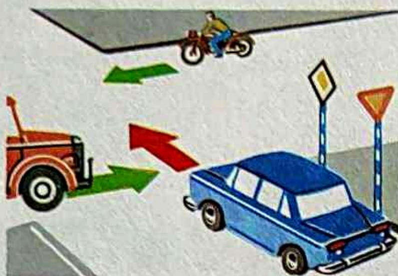
Kretanje na raskršćima. Najveća opasnost prijeti vozilima pri prolasku kroz raskršća i na mjestima gdje se sastaje više putova.

Na raskršćima i na mjestima gdje se sastaje više putova, od kojih nijedan ne uživa pravo prednosti, svaki vozač mora propustiti ona vozila koja mu dolaze s desne strane.

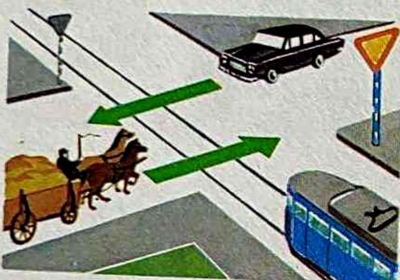
Na raskrsnicama gdje se sastaju dva puta, od kojih nijedan nije označen znakom prednosti, i jedan od njih ima asfaltnu, betonsku ili sl. tvrdu koru, a drugi je makadamski ili zemljani put, prednost ima put s tvrdom korom i onda kad makadamski, odnosno zemljani put dolazi zdesna.

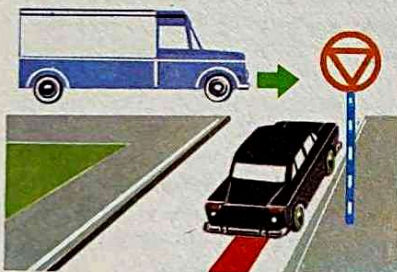


Prije ulaska na put, koji je saobraćajnim znakom označen kao glavni put s pravom pred-



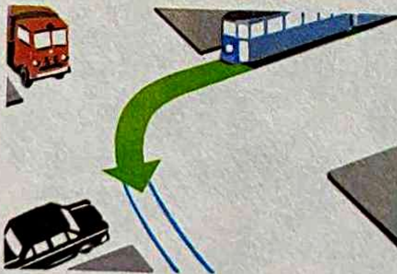
nosti, vozač mora propustiti sva vozila koja se kreću glavnim putem.



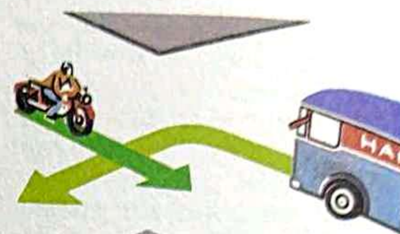


Vozilima, koja su namijenjena za pružanje hitne pomoći, vatrogasnim vozilima i vozilima milicije moraju sva ostala vozila dati prednost prolaska, a prema potrebi moraju se zaustaviti kako bi ta specijalna vozila mogla lakše proći. Takva vozila imaju prednost samo onda kad signaliziraju sirenom i bljeskanjem svjetlosti da se nalaze u hitnoj službi.

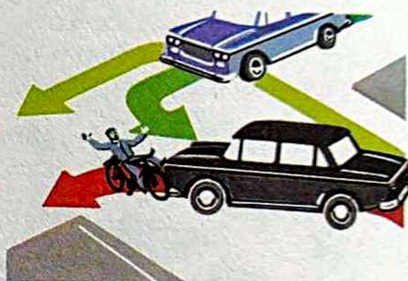
Apsolutnu prednost na svim putovima imaju i ona vozila koja se kreću pod pratnjom. Takva su npr. ona vozila koja prevoze šefove država ili druge osobe na visokom položaju. Njima moraju ustupiti prednost prolaska druga vozila, a prema potrebi moraju se i zaustaviti kako bi sva vozila što pripadaju pratnji mogla nesmetano prolaziti.



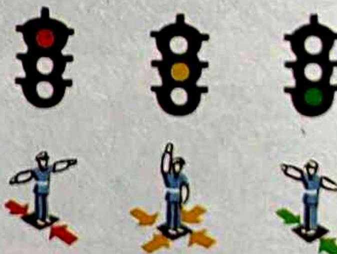
Vozila na tračnicama (tramvaji, šinobusi, gradska željeznica) uživaju prednost pred svima ostalim vozilima.

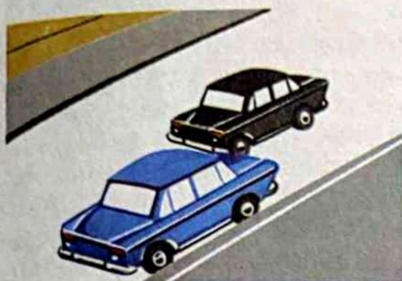


Kad u istoj ulici jedno vozilo dolazi u susret drugom, od kojih jedno vozilo zadržava smjer, a drugo siječe put prvome, prednost ima ono vozilo koje zadržava smjer. Vozilo koje skreće u lijevo mora prići sredini puta i propustiti sva vozila koja mu istodobno dolaze u susret.



Na raskršćima, gdje saobraćaj regulira saobraćajac ili tehnička naprava (semafor), prednost ima ono vozilo kojemu je dan znak za slobodan prolaz, ali i tada vozilo koje skreće ulijevo mora propustiti sva vozila koja mu dolaze u susret.





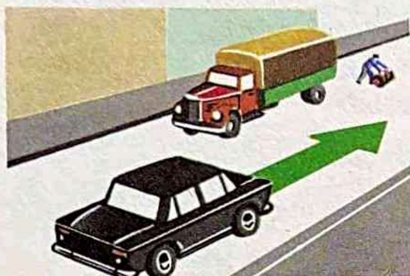
Zaustavljanje je svako zadržavanje vozila na jednom mjestu u vremenu kraćem od 15 minuta. Zaustavljanje vozila dopušteno je na desnoj strani kolnika u smjeru vožnje, što bliže rubu hodnika, tako da ne smeta ostalom prometu.

Najstrože je zabranjeno zaustavljanje na sredini ceste ili ulice.

Ako je saobraćajnim znakom ili općim propisom zabranjeno zaustavljanje na nekom mjestu ili dijelu ulice, onda se vozila tu ne smiju zadržavati ni najkraće vrijeme.

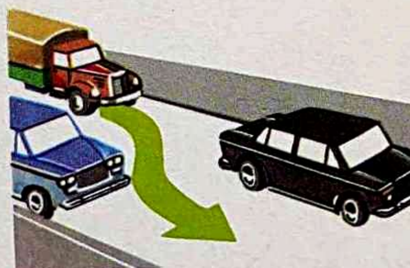
Vozilo se u blizini raskršća smije zaustaviti i stajati najmanje 5 metara ispred ili iza raskrsnise.

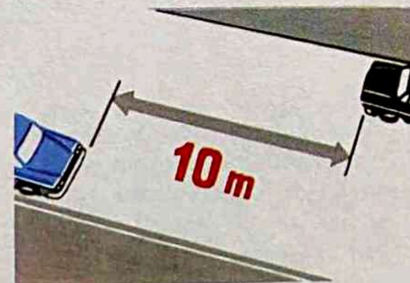




Zaustavljena teretna vozila ne smiju istovarivati teret na način kojim se ometa promet drugih vozila.

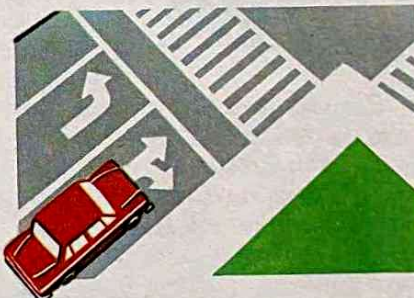
Ako u jednoj ulici stoje dva vozila usmjerena u različitim smjerovima i na različitim stranama, korisno je (iako nije propisano) da uzdužni razmak između njih bude dug najmanje 10 metara.





Parkiranje je neograničeno stajanje vozila na mjestu koje je za to određeno i označeno posebnim znakom. Vozila se mogu parkirati i u sporednim ulicama, ako nije posebnim znakom zabranjeno ili ako ne smetaju prometu.

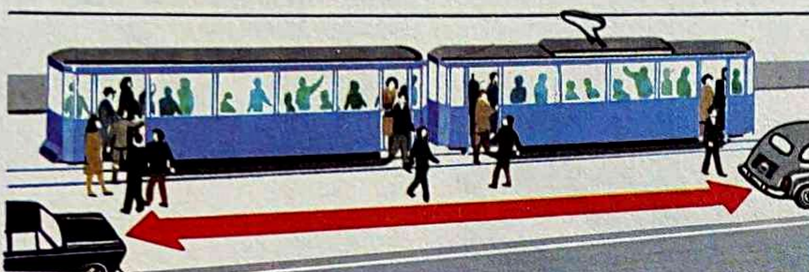
Parkiranje nije dopušteno na mjestima gdje je saobraćajnim znakom označeno kao zabranjeno; nije dopušteno na uskim i nepreglednim dijelovima puta i na oštrim zavojima. Zabranjeno je parkiranje bliže od 5 metara ispred i iza pješačkih prijelaza, raskršća i uličnih ušća, uz pješačke otoke, na izlazima i ulazima kućnih veža i dvorišta.



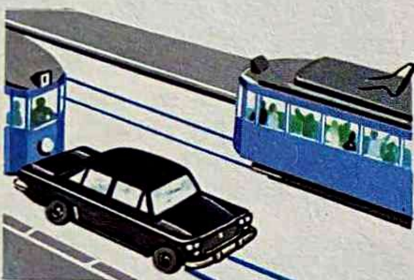
Parkiranje nije dopušteno na pločnicima, jer bi se time smetao prolazak pješacima. Međutim, u sporednim ulicama s vrlo slabim pješačkim prometom ponegdje se dopušta da se automobil sa dva desna kotača uzdigne na pločnik.



Parkiranje i zaustavljanje je zabranjeno pokraj stajališta javnih prevoznih sredstava (tramvaja, trolejbusa i dr.), i to od 12 m ispred do 12 m iza takvog stajališta.



Na tramvajskim i željezničkim kolosijecima zabranjeno je svim vozilima stajanje i parkiranje, a tramvajska i željeznička vozila mogu se zaustaviti samo ako im je na tom mjestu redovita postaja.



Zaustavljena i parkirana vozila i prikolice moraju biti, noću i pri slaboj vidljivosti, osvijetljena sprijeda najmanje jednim malim bijelim svjetlom, a straga crvenim.



Ako je parkirano vozilo dobro rasvijetljeno javnom ili drugom kakvom rasvjetom, na vozilu ne mora gorjeti bijelo i crveno svjetlo.



Kretanje pješaka. Ako idu cestom, pješaci moraju hodati lijevom stranom u smjeru kretanja, tako da im vozila dolaze u susret. Time se postizava veća sigurnost, osobito na otvorenim putovima, jer pješaci vide kad nadolaze vozila.

Ako postoji pločnik ili pješačka staza, pješaci ne smiju hodati kolnikom nego samo pločnikom, odnosno pješačkom stazom.

Pri prelasku kolnika pješak mora obratiti pozornost na ostali promet pa kolnik prelaziti pažljivo, brzo i bez zastajkivanja. Ako su prijelazi preko kolnika označeni, ili ako su izgrađeni posebni prolazi, pješaci moraju prelaziti kolnik samo preko takvih prijelaza i prolaza, osim ako takvi osigurani prijelazi nisu udaljeni više od 100 m od mjesta na kome pješak prelazi kolnik.

U ulicama gdje nisu označeni prijelazi pješaci treba da prelaze kolnik na uličnim uglovima, i to okomito na uzdužni smjer kolnika.

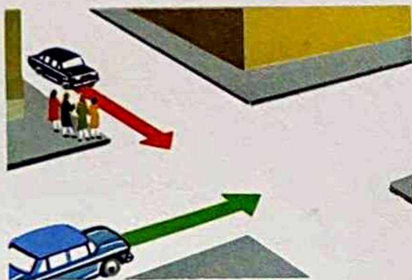


Kad prelazi dvosmjernu ulicu, pješak mora obratiti pozornost najprije na lijevu stranu, a prije nego što stupi na drugu polovicu ulice mora paziti na desnu stranu.

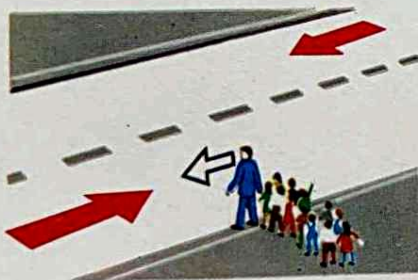
Pri prelasku jednosmjerne ulice treba obratiti pozornost na onu stranu odakle dolaze vozila.

Na raskrsnicama gdje postoje signalne sprave ili saobraćajni milicionar treba paziti na signale. Međutim, i tada treba obratiti pažnju na promet vozila, osobito na ona koja dolaze iza ugla i skreću iz jedne ulice u drugu. Na takvim raskršćima pješaci imaju prednost pred vozilima.

Pješacima je zabranjeno skupljanje na ulicama i putovima, ako time ometaju promet ili smanjuju vidljivost.



Djeca mlađa od 5 godina nisu dovoljno razborita i oprezna da bi mogla hodati ulicama bez pratnje odraslih. Takvu djecu treba voditi za ruku.

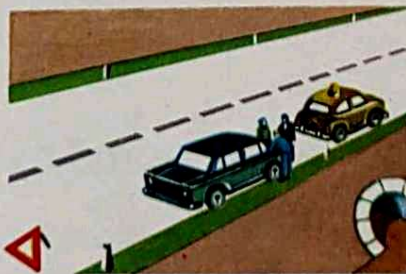


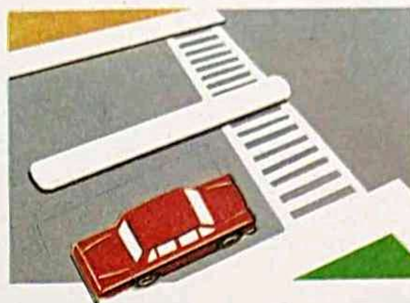
Djecu u povorci vodi preko kolnika vodič koji treba zamoliti saobraćajnog milicionara da ih propusti. Ako nema saobraćajnog milicionara, vodič se mora svrstati na čelo kolone i krenuti preko kolnika tek kad povorci ne prijeti nikakva opasnost. Međutim, kad čelo kolone dođe do sredine kolnika, vodič mora stati i zadržati se usred ulice sve dok do njega ne dođe i posljednji red djece. Tek tada i on prelazi drugu polovicu kolnika na začelju kolone.



Slijepe osobe i teški invalidi uživaju prednost na svim prijelazima, stoga vozila moraju smanjiti brzinu, pa i zaustaviti se ako treba.

Kvar na cesti. Vozilo koje se zbog kvara zaustavilo na cesti mora se ukloniti uz desni rub. Iza vozila mora se na dovoljnoj daljini i na vidljivom mjestu postaviti crveni odrazni trokut.





Prijelaz za pješake označen je na kolovozu sa dvije bijele poprečne pruge i s više bijelih uzdužnih pruga.

Nesreće i pomoć. Kad se dogodi kakva saobraćajna nesreća, vozač mora, sam ili uz pomoć drugih, odmah i bezuvjetno obavijestiti miliciju; mora očuvati predmete i tragove važne za ocjenu nesreće, popisati i zadržati svjedoke na mjestu nesreće i pričekati dolazak komisije.

Svim ozlijeđenim osobama dužan je vozač, koji je doživio nesreću i svaki drugi pridošli ili prisutni vozač, pružiti hitnu pomoć i prevesti ozlijeđene do prve ambulante ili bolnice, a zatim odmah prijaviti se miliciji kojoj će pružiti podatke o događaju.

Svaki je vozač dužan, u granicama mogućnosti, pružiti pomoć na putu drugom vozaču koji zbog kvara ili drugih okolnosti ne može nastaviti put. Na putovima u saobraćaju mora vladati pravo i nesebično drugarstvo.

JUGOSLAVENSKI PUTNIČKI BRODOVI
(bruto registarske tone i brzina u čvorovima)

Ime	BRT	Čv	Ime	BRT	Čv	Ime	BRT	Čv
Aleksa Šantić	580	15	Karlovac	191	12	Postira	335	14
Badija (trajekt)	161	8	Klimno (trajekt)	124	6	Preko	100	8
Blace (trajekt)	151	8	Kosta Racin	425	14	Punat	355	14
Bodulka (trajekt)	87	7	Lastovo	965	11	Rečina	101	10
Brač (trajekt)	122	8	Liburnija (trajekt)	3000	15	Supetar (trajekt)	126	6
Dalmacija	5651	17	Lošinj (trajekt)	122	8	Sveti Stefan (trajekt)	1637	15
Ero (trajekt)	310	11	Lošinjanka (trajekt)	411	11	Takovo	347	14
Hvaranka (trajekt)	330	12	Marin Držić	99	9	Tribunj	53	8
Istra	5465	18	Novi Sad	574	15	Trogir	347	13
Ivan Cankar	425	14	Njegoš	430	14	Turanj	95	9
Ivan Gundulić	102	8	Ohrid	191	12	Tuzla	347	13
Jadran	2564	19	Orebić	931	12	Valjevo	191	12
Jedinstvo	2637	17	Osijek	574	15	Vanga	198	7
Jugoslavija	2563	18	Partizanka	1697	13	Vladimir Nazor	430	14
Kali	100	11	Perast	335	13	Voz (trajekt)	274	7
Kamenari (trajekt)	161	8	Porozina	335	14	Vuk Karadžić	430	15

NAJVEĆI PUTNIČKI BRODOVI NA SVIJETU

BROD I PRIPADNOST	BRT	BROD I PRIPADNOST	BRT	BROD I PRIPADNOST	BRT
France, fr.	66 348	Colombia, panam.	34 274	Cristoforo Colombo, tal.	29 429
Queen Elizabeth 2, brit.	65 863	Windsor Castle, brit.	33 994	Orcades, brit.	29 399
Raffaelo, tal.	45 933	Leonardo da Vinci, tal.	33 340	Joyama Maru, jap.	29 139
Michelangelo, tal.	45 911	Sovetskaja Rossija, SSSR	33 154	Orsova, brit.	28 790
Canberra, brit.	45 733	Bremen, SRNj	32 360	Pendennis Castle, brit.	28 453
Oriana, brit.	41 915	Eugenio C., tal.	30 567	Himalaya, brit.	27 989
United States, SAD	38 216	S. A. Vaal, brit.	30 212	Oceanic, panam.	27 644
Rotterdam, nizozem.	37 783	Sovetskaja Ukrajina, SSSR	32 024	Oronsay, brit.	27 632
Nieuw Amsterdam, niz.	36 982	Arcadia, brit.	29 871	Oranje, brit.	27 513
Kazutama Maru, jap.	34 529	Iberia, brit.	29 614	Empress of Canada, brit.	27 284

TRGOVAČKI BRODOVI NA NUKLEARNI POGON

BROD I PRIPADNOST	BRT	BROD I PRIPADNOST	BRT	BROD I PRIPADNOST	BRT	BROD I PRIPADNOST	BRT
Otto Hahn, SRNj	16 871	Savannah, SAD	15 585	Lenin, SSSR	14 067	Mutsu, Japan.	8300

SVJETSKA RATNA MORNARICA

DRŽAVA / BROJ BRODOVA	Nosači aviona	Eskortni nosači	Krstarice	Razarači	Fregate	Korvete	Nuklearne podmornice	Klasične podmornice	Lovci podmornica	Torpedni raketni čamci
Argentina	2	—	3	9	2	2	—	2	9	2
Australija	1	—	1	5	12	—	—	4	—	—
Brazil	1	—	2	11	5	10	—	2	—	—
Bugarska	—	—	—	—	2	—	—	2	8	8
Čile	—	—	2	4	4	2	—	2	2	4
Danska	—	—	—	—	6	4	—	4	—	16
Francuska	3	1	2	18	30	—	1	19	14	—
Grčka	—	—	—	8	4	—	—	2	7	8
Indija	1	—	2	3	16	—	—	4	—	—
Italija	—	—	4	4	17	24	—	8	7	16
Japan	—	—	—	23	16	—	—	9	20	10
Jugoslavija	—	—	—	3	2	—	—	4	2	100
Kanada	1	—	—	—	22	—	—	4	—	—
Nizozemska	—	—	2	12	6	9	—	6	—	—
Norveška	—	—	—	—	5	—	—	15	2	47
Novi Zeland	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
Njemačka DR	—	—	—	—	4	—	—	—	24	72
Pakistan	—	—	1	5	2	—	—	1	—	—
Peru	—	—	2	2	3	2	—	4	—	—
Poljska	—	—	—	3	—	—	—	11	8	25
Portugal	—	—	—	—	12	1	—	4	13	—
SAD	35	2	35	343	273	9	90	100	25	29
SR Njemačka	—	—	—	11	21	6	—	12	—	40
SSSR	—	2	25	100	100	—	65	320	275	475
Španjolska	—	1	1	19	6	6	—	8	2	3
Švedska	—	—	1	8	7	—	—	24	—	42
Tajvan	—	—	—	4	17	—	—	34	22	290
Turska	—	—	—	10	—	18	—	10	6	8
Vel. Britanija	4	2	3	11	76	—	8	33	—	4

SVJETSKA TRGOVAČKA MORNARICA

Stanje 1. I 1970.

Država	Brodova	BRT
Albanija	10	36 407
Alžir	7	19 456
Argentina	319	1 217 646
Australija	321	893 613
Bahama	136	376 132
Belgija	228	1 051 882
Brazil	414	1 381 458
Bugarska	124	638 167
Burma	34	50 326
Cejlon	25	9 339
Cipar	134	770 463
Čehoslovačka	10	74 877
Čile	133	287 992
Danska	1194	3 490 334
Etiopija	26	49 591
Filipini	297	929 317
Finska	388	1 330 488
Francuska	1432	5 961 963
Gana	61	165 670
Grčka	1700	8 580 753
Hong Kong	126	707 748
Indija	397	2 238 344
Indonezija	463	598 155
Irak	35	36 547
Iran	48	106 269
Irska	90	164 200
Island	285	120 460
Izrael	114	769 156
Italija	1552	7 037 846
Japan	7665	23 987 079
Jugoslavija	349	1 427 935
Južnoafrička r.	241	498 743
Kanada	1278	2 450 944
Kenija	21	15 963
Kina	237	791 893
Koreja, Južna	294	767 315
Kuba	200	277 206
Kuvajt	68	441 063
Libanon	95	295 038
Liberija	1731	29 215 151
Madagaskar	24	30 842
Madžarska	21	33 748
Malajzija	85	38 697
Malta	25	58 112
Maroko	39	71 757
Meksiko	118	423 969
Nigerija	45	98 199
Nizozemska	1652	5 254 883
Norveška	2848	19 679 094
Novi Zeland	124	180 561
Njemačka DR	371	895 932
Pakistan	172	530 404
Panama	823	5 373 722
Paragvaj	26	22 165
Peru	366	338 080
Poljska	484	1 536 384
Portugal	364	825 355
Rumunjska	64	338 242
SAD	3146	19 550 394
SR Njemačka	2768	7 027 384
SSSR	5622	13 704 640
Španjolska	2119	3 199 035
Švedska	1051	5 029 407
Švicarska	32	193 007
Taivan	216	961 807
Tajland	53	69 448
Tunis	16	19 542
Turska	312	651 325
UAR	123	239 461
Urugvaj	41	112 207
Velika Britanija	3858	23 843 799
Venezuela	90	369 120
Vijetnam, Južni	27	18 718
Ostale države	869	1 678 524
Svijet, ukupno	**50276**	**211 660 893**

AUTOMOBILI U PROMETU

i broj stanovnika na 1 automobil (1. I 1969.)

Država	Automobila	St.
Svijet	**215 756 100**	**14**
Alžir	188 000	64
Argentina	1 921 000	12
Australija	4 281 800	3
Austrija	1 427 400	5
Belgija	2 085 400	5
Brazil	2 365 100	36
Bugarska	55 000	152
Čehoslovačka	390 000	37
Čile	228 200	38
Danska	1 214 300	4
Filipini	352 300	95
Finska	685 500	7
Francuska	13 040 000	4
Grčka	213 900	40
Indija	991 900	503
Indonezija	268 500	389
Irak	109 100	900
Iran	251 200	103
Irska	378 000	8
Italija	8 976 600	6
Izrael	167 400	16
Japan	12 482 300	8
Jugoslavija	572 900	35
Južnoafr. r.	1 921 000	10
Kanada	7 710 000	3
Kina	258 600	3107
Madžarska	601 100	17
Malajzija	269 100	35
Maroko	262 200	51
Meksiko	1 446 900	31
Nigerija	133 600	430
Nizozemska	2 399 700	5
Norveška	744 600	5
Novi Zeland	965 900	3
Njemačka DR	1 000 400	16
Pakistan	235 700	446
Peru	350 300	34
Poljska	650 200	49
Portugal	450 100	21
Rumunjska	147 000	134
SAD	102 958 000	2
SR Njemačka	13 142 900	4
SSSR	6 000 000	39
Španjolska	2 253 500	14
Švedska	2 233 800	4
Švicarska	1 385 900	4
Tajland	252 400	125
Turska	225 200	146
UAR	144 500	51
Venezuela	676 400	14

TIPOVI AUTOMOBILA U SVIJETU

KRATICE: km/h — brzina km na sat
popr. — poprijeko
prigon — pogon na prednje kotače
R. — u jednom redu
V. — u obliku slova V pod kutom
zagon — pogon na stražnje kotače
vr. — vrata
cil. — cilindara
KS — konjskih sila
m. — motor
N. — nagnut
spr. — sprijeda
str. — straga
sj. — sjedište

ABARTH, Torino, Italija.
595: m.Fiat,str. 2 cil.zračno hlađen,27 KS,120 km/h, 2 vr. 5 sj.
595 SS: kao 595,ali 32 KS,125 km/h.
695 SS: kao 595 SS, ali 38 KS,140 km/h, 2 vr. 4 sj.
1300 Scorpione S:m.Fiat 124,str.4 cil.R.75 KS,180 km/h,coupé,
1300 Scorpione SS: isto,ali 4 disk-kočnice.

A.C., Surrey, Engleska.
428: m.Ford, 8 cil.V.90°, 390 KS,240 km/h, coupé, 2 sj.
428 A: isto, ali 405 KS,250 km/h, kabriolet ili coupe, 2 sj.

ALFA ROMEO, Milano, Italija.
Giulia 1300: m.spr, 4 cil.R.78 KS,155 km/h, 4 vr. 5 sj.
Giulia 1300 TI: isto, ali 82 KS,160 km/h.
Giulia GT 1300 Junior: isto,ali 103 KS,170 km/h,coupé,2 vr.4 sj.
Spider 1300 Junior : isto, ali cabriolet, 2 vr. 2 sj.
GT 1300 Junior Z: isto, ali 175 km/h,coupé, 2 vr. 2 sj.
GTA 1300 Junior: isto, ali 110 KS,175 km/h, coupe, 2 vr. 2 sj.
Giulia 1600 S: m. 4 cil.R.95 KS,170 km/h, 4 vr. 5 sj.
Giulia Super: isto, ali 102 KS,175 km/h.
Giulia Sprint GTA: m. 4 cil.R.115 KS,185 km/h, coupé,
1750 Berlina: m. 4 cil.R.132 KS, 180 km/h, 4 vr. 5 sj.
1750 Veloce-Spider Veloce: isto, ali 190 km/h,coupé,2 vr.2+2 sj.
33 Coupé: m.8 cil.V.90°, 230 KS,260 km/h, coupé, 2 vr. 4 sj.
Montreal: m.8 cil.V.90°, 230 KS,220 km/h, coupé, 2 vr. 2+2 sj.

ALPINE, Epinay-sur-Seine, Francuska.
1300-85: m./Renault 12/ 4 cil.R.str.81 KS,180 km/h.
1300 G: m. /Renault 8/ 4 cil.R.95 KS,205 km/h.
1300 Super: isto, ali 132 KS,215 km/h.
1600: m./Renault 16 TS/ 4 cil.R.102 KS,195 km/h.
1600 Super: isto, ali 123 KS,215 km/h.

AMX, Detroit, SAD.
Fastback Coupé:m.8 cil.V.90°, 294 KS,185 km/h,ili 330 KS,195 km

ASTON MARTIN, Newport, Pagnell, Engleska.
DB 6 Mk 2: m.6 cil.R.286 KS.220 km/h. coupé, 2 vr. 4 sj.
Volante Mk 2 : isto, ali 220 km/h, cabriolet, 2 vr. 4 sj.
DBS: isto, ali 240 km/h, coupé, 2 vr. 4 sj.
DBS V8: m.8 cil.V.90°, 315 KS,260 km/h,coupé, 2 vr. 4 sj.

AUDI, Auto Union, Ingolstadt, SR Njemačka.
60, 60 L, 60 Variant: m.4 cil.R.N.40°, 55 KS,prigon,138 km/h.
60 Export: isto, ali 65 KS,144 km/h.
75 L, 75 Variant: isto, ali 75 KS,150 km/h.
Super 90: isto, ali 90 KS.164 km/h.
100: isto, ali 80 KS,156 km/h.
100 S: isto, ali 90 KS,165 km/h.
100 LS: isto, ali 100 KS,170 km/h.
100 Coupé: isto, ali 115 KS,185 km/h, 2 vr. 4 sj.

AUSTIN, Birmingham, Engleska.
1110 Mk II:m.spr.popr.4 cil.R.46 ili 49 KS, prigon, 125 km/h.
1300 : isto, ali 61 KS, 140 km/h
1300 GT : isto, ali 71 KS, 154 km/h
Maxi : isto, ali 75 KS, 148 km/h, berlina,5 m, 5 sj.
1800 Mk II : isto, ali 87 KS, 150 km/h.
1800 Mk II S : isto, ali 97 KS, 161 km/h.
3 Litre : m. spr. 6 cil.R. 125 KS, 161 km/h.

AUSTIN HEALEY, Birmingham, Engleska.
Sprite Mk V : m.4 cil.R.66 KS,153 km/h, kabriolet,2 vr. 2 sj.

AUTOBIANCHI, Milano, Italija.
Bianchina : m.spr.Fiat 500,2 cil.R.22 KS,96 km/h, razl.karoserije.
A 112 : m.Fiat, popr. 4 cil.R. 44 KS, prigon, 135 km/h.
Primula 65 C : m.Fiat 124, popr. 4 cil.R.65 KS. prigon,145 km/h.
Primula Coupé S : isto, ali 75 KS, 155 km/h coupé,2 vr. 5 s.
A111 : isto, ali 70 KS, 155 km/h, berlina,4 vr. 5 sj.

BENTLEY, Crewe, Engleska.
Series T : m. spr. 8 cil. V.90°, 305 KS, 190 km/h.

BMW, München, SR Njemačka.
1600 : m.4 cil.R.85 KS, 160 km/h, različite karoserije.
2002 : m. 4 cil.R.100 KS, 170 km/h, berlina 2 vr. 5 sj.
2002 TI : isto, ali 120 KS, 185 km/h.
1800 : m. 4 cil.R. 90 KS, 160 km/h.
2000 : isto, ali 100 KS, 168 km/h.
2000 TI Lux : isto, ali 120 KS, 180 km/h.
2000 TII : isto, ali 130 KS, 185 km/h.
2000 CS : isto, ali coupé, 2 vr. 5 sj. 185 km/h.
2000 C automatic : isto kao TI Lux, ali 100 KS,automat.prijenos,
2500 : m. 6 cil.R. 150 KS, 190 Km/h.
2800 : isto, ali 170 KS, 200 km/h.
2800 GS : isto, ali coupé 2 vr.4 sj. 205 km/h.

BRISTOL, Filton-Bristol, Engleska.
411 : m. Chrysler, 8 cil. V. 90°, 335 KS, 222 km/h.

BUICK, Flint, Michigan, SAD.
Wildcat Custom : m.spr. 8 cil.V.90°, 190 km/h,4 vr.6 sj.
Electra 225 Custom : isto,samo automat.prijenos, razl. karoserije.
Riviera : m.spr.8 cil.V.90°, 375 KS,195 km/h, coupe 2 vr. 6 sj.

CADILLAC, Detroit, SAD.
Fleetwood Eldorado : m.spr.8 cil.V.90°, prigon,406 KS,200 km/h

CHEVROLET, General Motors, Detroit, SAD.
Vega 2300 : m. 4 cil.R.90 KS, 140 km/h, 2 vr. 4 sj.
Chevy Nova : m. 4 cil.R. 91 KS, 140 km/h
m. 6 cil.R. 91 KS, 155 km/h, coupé.
m. 6 cil.R. 157 KS, 160 km/h.
m. 8 cil.V.90°, 203 KS 165 km/h.
m. 8 cil.V.90°, 253 KS, 180 km/h, coupé.
Camaro : m. 6 cil. R. 157 KS. 185 km/h.
Chevelle, Malibu, Nomad, Greenbrier, Concours :
m. 6 cil.R. 157 KS, 155 km/h.
ili m. 8 cil.V.203 KS, 175 km/h.
ili m. 8 cil. V. 253 KS, 180 km/h.
ili m. 8 cil. V. 304 KS, 190 km/h.
ili m. 8 cil. V. 90°, 335 KS, 185 km/h.
ili m. 8 cil. V.90°, 355 KS, 190 km/h.
ili m 8 cil. V. 90°, 365 KS, 190 km/h.

Biscayne, Bel Air, Impala, Caprice, Brockwood, Townsman, King-wood : m. 6 cil. R. 157 KS, 145 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 253 KS, 170 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 269 KS, 175 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 365 KS, 195 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 395 KS, 200 km/h.

CHRYSLER, Detroit, SAD.
Newport, Newport Custom, 300, New Yorker, Town & Country :
m. 8 cil. V. 90°, 294 KS, 180 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 330 KS, 190 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 355 KS, 195 km/h.
m. 8 cil. V. 90°, 380 KS, 200 km/h.

CHRYSLER–FRANCE, Poissy, Francuska (bivša Simca).
4 CV : m. str. 4 cil.R.N.lijevo 15°, 33 KS, 121 km/h.
1000 : m. str. 4 cil. R.N.lijevo 15°, 44 KS, 133 km/h.
m. str. 4 cil. R. 53 KS, 150 km/h.
1100 : m. spr. 4 cil.R.popr.N.natrag 41°, prigon 60 KS, 146 km/h.
ili isto, ali 48 KS, 132 km/h.
1100 Special : isto, ali prigon 75 KS, 155 km/h.
Coupé 1200 S : m. str. 4 cil.R.N. 15°, lijevo,zagon,85 KS, 178 km/h
1301 LS : m. spr. 4 cil.R. 60 KS, 140 km/h.
1301 Special : isto, ali 70 KS, 154 km/h.
1501–1501 Special : m. spr. 4 cil. R. 81 KS, 160 km/h.
160 : m. spr. 4 cil. R.N. 15°, 80 KS, 155 km/h.
160 GT–180 : isto, ali 97 KS, 170 km/h.

CITROËN, Pariz, Francuska.
2 CV 4 : m.spr.2 cil.vodor.bokser,zrač.hlad.prigon 24 KS,102 km/h.
2 CV 6 : isto, ali 28,5 KS, zrač. hlađen, 110 km/h.
Dyane : kao 2 CV 4, ali 104 km/h, 5 vr. 4 sj.
Dyane 6 : m.2 cil.vodor.bokser,zrač.hlađen, 32 KS, 118 km/h.
Dyane Mehari : kao Dyane 6,m.kao 2 CV 4,100 km/h,cabr.bez vr.
Ami 8 : kao Dyane 6, 125 km/h, 4 ili 5 vr.
M 35 : m.NSU–Wankel, prigon, 144 km/h, coupé 2 vr. 2+2 sj.
GS : m. 4 cil.vodor.bokser,zrač.hlađen,prigon, 149 km/h.
D Spécial : m. 4 cil. R. 81 KS, prigon, 160 km/h.
D Super : isto, ali 91 KS, prigon 167 km/h.
DS 20 : isto, ali 91 KS, prigon 167 km/h, automat.mjenjač.
DS 21 : m. 4 cil. R. prigon,106 KS, 175 km/h.
DS 21 Injection : kao DS 21, ali 125 KS, 185 km/h.
Break 20–21 : kao D Spécial, 160–169 km/h.
SM : m. Maserati,6 cil.V.90°, 170 KS,prigon,220 km/h, coupé, 4 sj

D.A.F., Eindhoven, Nizozemska.
33 : m. 2 cil.vodor.bokser,28 KS,zrač.hlađen, 112 km/h.
44 : m. 2 cil.vodor.bokser,34 KS,zrač.hlađen, 123 km/h.
55 : m. Renault,4 cil.R.45 KS,berlina,136 km/h,coupé 140 km/h.

DAIMLER, Radford Works, Coventry, Velika Britanija.
Sovereign 2,8 : m. 6 cil. R. 149 KS, 185 km/h.
Sovereign 4,2 : m. 6 cil. R. 186 KS, 198 km/h.
Limousine : m.Jaguar, 248 KS, 177 km/h, berlina 4. vr. 8. sj.

DATSUN, Nissan Motor Co., Tokyo, Japan.
1000 : m.4 cil.R.56 KS,130 km/h, 2 ili 4 vr.5 sj. ili 3.vr. 5 sj.
1000 Coupé : m. 4 cil.R. 60 KS, 140 km/h, coupé 2 vr.
1200 : m.4 cil.R.63 KS,berlina i coupé 145 km/h, st.w. 140 km/h.
1600 : m.4 cil.R.85 KS,155 km/h,berlina 5 sj.,coupé 5 sj.,st.w.5 vr.
1300 : isto, ali 72 KS, 145 km/h.
1600 SSS : kao 1600, ali 100 KS, 165 km/h, berlina i coupé.
1800 : m. 4 cil.R. 94 KS. 165 km/h
Sports 2000 : m.4 cil.R.145 KS,205 km/h,cabriolet 2 vr. 2 sj.
Sports 1600 : isto, ali 90 KS, 165 km/h.
2000 Six : m. 6 cil. R. 100 KS, 150 km/h.
ili isto, ali 115 KS, 160 km/h.
ili isto, ali 130 KS, 170 km/h.
2000 Standard: isto, ali 92 KS, 140 km/h.
2400 : m. 6 cil. R. 130 KS, 165 km/h.
240 Z : m. 6 cil. R. 150 KS, 205 km/h, coupé 2 vr. 2 sj.

DINO, Ferrari, Modena, Italija.
246 GT : m.str.Ferrari–Fiat,6 cil.V.65°, popreč.195 KS, 235 km/h.

DODGE, Detroit, SAD.
Dart, Swinger, Swinger-340 i Dart Custom :
m.6 cil.R.127 KS,155 km/h,
ili m. 6 cil. R. 147 KS, 160 km/h.
ili m. 8 cil. V. 90°, 233 KS, 180 km/h.
ili m. 8 cil. V. 90°, 279 KS, 200 km/h.
Challenger V8 : m. 8 cil. V. 233 KS, 175 km/h.
ili m. 8 cil. V. 279 KS, 180 km/h.
Challenger V8 i Challenger R–T : m.8 cil.V. 294 KS, 185 km/h.
ili m.8 cil.V. 355 KS, 200 km/h, coupé i cabriolet 2 vr. 4 sj.
ili m.8 cil. V. 340 KS, 205 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 380 KS, 210 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 395 KS, 215 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 431 KS, 225 km/h, isto,
Coronet V8, Deluxe, Super Bee, 440, 500, RT, Charger, Charger 500 i Charger R–T : m. 8 cil. V. 233 KS, 170 km/h,
ili m. 8 cil. V. 294 KS, 185 km/h, različne karoserije 5–8 sj.,
ili m. 8 cil. V. 335 KS, 200 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 340 KS, 205 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 380 KS, 210 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 395 KS, 210 km/h, isto,
ili m. 8 cil. V. 431 KS, 215 km/h, isto.

FERRARI, Modena, Italija.
365 GTC : m. 12 cil.V.60°, 320 KS,245 km/h, coupé 2 vr. 2 sj.
365 GTS : isto, ali cabriolet, 2 vr. 2 sj.
365 GT 2–2 : isto, ali coupé, 2 vr. 2+2 sj.
365 GTB–4 : m.12 cil.V.60°, 352 KS,280 km/h, coupé,2 vr. 2 sj.

FIAT, Torino, Italija.
500 F–500 L : m.str.2 cil.R.zračno hlađen, 18 KS, 95 km/h.
600 D : m. str. 4 cil. R. 25 KS, 110 km/h, 2 vr. 4 sj.
850 : m. str. 4 cil. R. 34 KS, 120 km/h, 2 vr. 5 sj.
850 Super : isto, ali 37 KS, 125 km/h.
850 Special : isto, ali 47 KS, 135 km/h.
850 Sport coupé : isto, ali 52 KS, 145 km/h, coupé 2 vr. 2+2 sj.
850 Spider : isto, ali 52 KS, 150 km/h, coupé i cabriolet,2 vr. 2 sj.
124 : m. spr 4 cil. R. 60 KS, 140 km/h, 4 vr. 5 sj.
124 Special : isto, ali 70 KS, 150 km/h.
124 Sport : m. 4 cil. R. 90 KS, 170 km/h, coupé i cabriolet.
124 Sport 1600 : m. 4 cil. R. 110 KS, 180 km/h.
125 : m. 4 cil. R. 90 KS, 160 km/h, 4 vr. 5 sj.
125 Special : isto, ali 100 KS, 170 km/h.
128 : m.spr.popreč. N 20°, 4 cil. 55 KS,prigon,135 km/h, razl.kar.
130 : m. 6 cil. V. 60°, 160 KS, 185 km/h, berlina,4 vr. 5 sj.
Dino : m. 6 cil. V. 65°, 180 KS, coupé 205 km/h, cabriolet 210 km

FORD, Dearborn, SAD.
Maverick : m. 6 cil. R. 106 KS, 155 km/h,
ili isto, ali 122 KS, 160 km/h, coupé,2 vr. 5 sj.
Mustang Standard, Deluxe, Mach 1 i Grande :
m. 6 cil. R. 122 KS, 155 km/h,
ili isto, ali 157 KS, 165 km/h,
ili m. 8 cil. V. 90°, 223 KS, 185 km/h,
ili m. 8 cil. V. 90°, 253 KS, 190 km/h,
ili isto, ali 304 KS, 195 km/h,
ili m. 8 cil. V. 90°, 340 KS, 205 km/h, svi coupé 2 vr. 4 sj.
Fairlane 500, Torino, Torino Brougham, Torino GT i Cobra :
m. 6 cil. R. 157 KS, 155 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 223 KS, 165 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 253 KS, 175 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 304 KS, 185 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 90°, 365 KS, 190 km/h različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 365 KS, 190 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 365 KS, 195 km/h, različne karoserije.
Custom, Custom 500, Galaxie 500, XL, LTD i Station Wagon :
m. 6 cil. R. 152 KS, 150 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 223 KS, 165 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 253 KS, 170 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 90°, 269 KS, 175 km/h, različne karoserije,
ili m. 8 cil. V. 90°, 365 KS, 190 km/h, različne karoserije.

FORD, Dagenham, Essex, Velika Britanija.
Escort 1100 : m.4 cil.R.45 KS,129 km/h, 2,3 ili 4 vr. 5 sj.
Escort 1300 : isto, ali 52 KS, 137 km/h.
Escort 1300 GT : m.4 cil.R.64 KS,147 km/h, berlina 2 ili 4 vr. 5 sj.
Cortina 1300 : m.4 cil.R. 54 KS, 131 km/h, 2, 4 ili 5 vr. 5 sj.
Cortina 1600 : isto, ali 64 KS, 139 km/h.
Cortina 1600 GT i 1600 E : isto, ali 82 KS, 152 km/h.
Cortina Twin Cam : isto, ali 106 KS,175 km/h,berlina,2 vr. 5 sj.
Corsair : m.4 cil.V.60°, 72 KS,142 km/h,berlina,2 ili 4 vr. 5 sj.
Corsair 2000 i 2000 E : isto, ali 88 KS, 150 km/h.
Zephyr Mk IV : m. 4 cil. V. 60°, 82,5 KS, 140 km/h,
ili m. 6 cil. V. 60°, 104 KS, 156 km/h, 4 vr. 6 sj.
Zodiac Mk IV i Executive : m. 6 cil. V.60°, 128 KS, 166 km/h.
Capri 1300 : m. 4 cil. R. 52 KS, 138 km/h, coupé 2 vr. 5 sj.
Capri 1300 GT : isto, ali 64 KS, 150 km/h.
Capri 1600 : m. 4 cil. V. 64 KS, 148 km/h.
Capri 1600 GT : isto, ali 82 KS, 160 km/h.
Capri 2000 GT : m. 4 cil. V. 60°, 93 KS, 171 km/h.
Capri 3000 GT i E : m. 6 cil. V. 60°, 128 KS, 183 km/h.

FORD, Köln. SR Njemačka.
Escort 1000 : m. 4 cil. R. 36 KS, 120 km/h, berlina 2 i 4 sj.
Escort 1100 : isto, ali 45 KS, 130 km/h.
Escort 1300 i 1300 GT : m. 4 cil.R. 64 KS, 150 km/h.
12 M : m. 4 cil. V. 60°, 50 KS, prigon, 130 km/h.
ili, m. 55 KS, 135 km/h.
ili, m. 75 KS, 160 km/h.
15 M, 15 MXL i 15 MRS : m. kao 12 M, ali 55 KS, 160 km/h.
17 M i 17 M RS : m. 4 cil. V. 60°, 65 KS, 140 km/h.
ili isto, ali 60 KS, 135 km/h,
ili isto, ali 75 KS, 150 km/h,
ili m. 6 cil. V. 60°, 82 KS, 153 km/h,
ili, m. 6 cil. V. 60°, 85 KS, 155 km/h,
ili isto, ali 90 KS, 160 km/h,
ili isto, ali 108 KS, 170 km/h
20 M, 20 M XL i 20 M RS : m. 6 cil. V. 60°, 90 KS, 160 km/h.
ili isto, ali 85 KS, 155 km/h,
ili isto, ali 108 KS, 170 km/h,
ili isto, ali 125 KS, 180 km/h,
ili isto, ali 125 KS, automat. mjenjač, 175 km/h.
26 M : m. 6 cil. V. 60°, 125 KS, 180 km/h.
Capri 1300 : m. 4 cil. V. 60°, 50 KS, 133 km/h.
Capri 1500 : m. 4 cil. V. 60°, 60 KS, 140 km/h.
Capri 1700 GT : m. 4 cil. V. 60°, 75 KS, 155 km/h.
Capri 2000 i 2000 R : m. 6 cil. V. 60°, 85 KS, 165 km/h.
Capri 2300 GT i 2300 GT–R : m. 6 cil.V.60°, 108 KS, 178 km/h.
ili isto, ali 125 KS, 190 km/h.

GREMLIN, American Motors Co., Detroit, SAD.
m. 6 cil. R. 128 i 145 KS, 160 odnosno 175 km/h.

HILLMAN, Coventry, Engleska.
Imp–Husky : m. str. 4 cil.R.N.45°, 39 KS, zagon, 126 km/h,
Imp–Sport : isto, ali 51 KS, 145 km/h,
Californian : isto, ali coupé, 2+2 sj. 130 km/h,
Rally Imp : isto, ali 60 KS, 152 km/h,
Avenger : m. 4 cil.R.54 ili 64 KS, 135 odnosno 145 km/h,
Minx : m. 4 cil.R. 60 KS, 133 km/h, 4–5 vr. 4–5 sj.,
Hunter Mk 2 : m. 4 cil.R. 74 KS, 145 km/h, 4 vr. 5 sj.,
GT : isto, ali 88 KS, 161 km/h.

HONDA, Yeasu, Chuo Ku, Tokyo, Japan.
N 360–T 360 : m. spr. 2 cil. R. 27 KS, prigon, 110 km/h, 4 sj.,
N 400 GT : isto samo 42 KS, 130 km/h,
N 600 : isto, ali 42 KS, 130 km/h.
S 800 : m. spr.4 cil R.N. 45°, 70 KS, 160 km/h, coupé i cabriolet.
1300 : m. spr.popr.4 cil.R.95 KS, prigon, 170 km/h, berl. i coupé.
1300 TS : isto, ali 110 KS, 180 km/h.

HUMBER, Coventry, Engleska.
Sceptre : m. 4 cil. R. 88 KS, 156 km/h.

IMPERIAL, Chrysler Corp., Detroit, SAD.
Crown– Le Baron : m. 8 cil.V. 90°, 350 KS, 195 km/h,berl. i coupé.

INNOCENTI, Milano, Italija.
Mini Minor Mk 3 : m.4 cil.R.48 KS,prigon,135 km/h,2 vr.,
Mini Cooper Mk 3 : isto, ali 60 KS, 150 km/h,
Morris IM 3 S : m. popr.4 cil.R. 58 KS, prigon, 145 km/h,
Austin J 4 : isto, ali 56 KS, 135 km/h,
C Coupé : m. 4 cil. R. 58 KS, 145 km/h.

INTERMECCANICA, Torino, Italija.
Italia–IMX : m.Ford 8 cil.V.90°, 314 KS,217–265 km/h, coupé,
Murena 429 GT : isto, ali 360 KS, 240 km/h.

ISO, Milano, Italija.
Rivolta : m.Chevrolet,8 cil.V. 300–330 KS, 215–230 km/h.
Grifo : isto, ali 300–406 KS, 190–300 km/h.

JAGUAR, Coventry, Engleska.
XJ6 2,8 : m.6 cil.R.149 KS, 190 km/h, berlina,4 vr. 5 sj.,
XJ6 4,2 : isto, ali 186 KS, 204 km/h,
420 G : isto, ali 250 KS, 195 km/h, 6 sj.,
E Series 2 : isto, ali 269 KS, 240 km/h, cabriolet i coupé.

JAVELIN, American Motors Corp., Detroit, SAD.
m. 6 cil. R. 147 KS, 160 km/h,
m.8 cil.V.90°, 213, 248, 249 ili 330 KS; 160, 180, 185 odn. 200 km/h.

JENSEN, West Bromwich, Engleska.
Interceptor II : m.Chrysler 8 cil.V.90°, 330 KS, 220 km/h,coupe,
FF II : isto, ali pogon na 4 kotača, 209 km/h, coupé.

LAMBORGHINI, Bologna, Italija.
Espada : m.12 cil.V.60°, 350 KS, 250 km/h, coupé, 4 sj.,
Jarama 400 GT : isto, ali coupe 2+2 sj., 260 km/h,
Miura P 400 S : m.popr.12 cil.V.60°, 370 KS, 280 km/h, cou.2 sj.

LANCIA, Torino, Italija.
Fulvia Berlina : m. 4 cil.V.13°, 87 KS, prigon, 162 km/h,
Fulvia coupé Rallye 1,3 S :isto, ali 92 KS, 173 km/h,
Fulvia Sport 1,3 S : isto, ali 180 km/h.
Flavia Berlina : m.4 cil.vodor.bokser.92 KS, prigon, 165 km/h,
ili isto, ali 80, 102, 131 ili 140 KS; 152, 170, 180 odnosno 185 km/h.
Flavia Coupé 2000 : isto, ali 140 KS, 190 km/h, coupé, 2 vr. 4 sj.

LINCOLN, Detroit, SAD.
Continental : m. 8 cil.V.90°, 370 KS, 190 km/h, 4 vr. 6 sj.,
Continental Mk III : ist, ali coupé 2 vr. 4 sj. 200 km/h.

LOTUS, Norwich, Engleska.
Seven : m. Ford, 4 cil. R. 84 KS, 160 km/h, 2 sj.,
Elan S 4 : m.4 cil.R.105 KS, 195 i 210 km/h, coupé i cabr. 2 sj.,
Elan–2 : m. 4 cil. R. 119 KS. 193 km/h, coupe 2+2 sj.
Europa : m.str.Renault 4 cil.R.82 KS, 180 km/h, coupé 2 sj.

MASERATI, Modena, Italija.
Mexico : m.8 cil.V.90°, 260 i 290 KS, 240 odnosno 255 km/h.
Ghibli : isto, ali 330 KS. coupé 280 km/h, cabriolet,265 km/h.
Indy : isto, ali 260 KS, 250 km/h, coupé 4 sj.

MATRA, Villacoublay, Francuska.
M 530 : m.Ford, 4 cil.V.60°, 90 KS, 175 km/h, coupé 2+2 sj.

MAZDA, Hiroshima, Japan.
360 : m.str. popr. 4 cil. R. 20 KS, 94 km/h,
360 Coupé : m. 2 cil. V.90°, 16 KS, 90 km/h,
1000 : m. 4 cil. R. 68 KS, 135 km/h,
1200 : m. 4 cil. R. 72 KS, 145 km/h (coupé 150 km/h).
1300 : m. 4 cil. R. 78 KS, 150 km/h,
R 100 Coupé : m. Wankel, 2 rotora, 90 KS, 180 km/h,
R 130 Coupé : m.Wankel, 2 rotora, 126 KS, prigon, 190 km/h,
1500 : m. 4 cil. R. 78 KS, 150 km/h,(ili 86 KS, 160 km/h),
1800 : isto, ali 98 KS, 165 km/h,
110 S : m. Wankel, 2 rotora, 128 KS, 185 km/h, coupé 2 sj.

MERCEDES–BENZ, Stuttgart–Untertürkheim, SR Njemačka.
200–200 D : m.4 cil.R.95 KS (dizel 55 KS),160 odn. dizel 130 km.
220–220 D : isto, ali 105 KS (dizel 60 KS), 168 odn. 135 km/h,
230 : m. 6 cil.R. 120 KS, 175 km/h,
250 : m.6 cil.R.130 KS, 180 km/h,(250 CE : 150 KS, 190 km/h),
280 S : m.6 cil.R.140 KS, 185 km/h,(280 SE : 160 KS, 190 km/h)
280 SE 3,5 : m.8 cil.V.90°, 200 KS, 210 km/h, coupé i cabriolet,
280 SL : m. 6 cil. R. 170 KS, 200 km/h, coupe i cabriolet,
300 SEL 6,3 : m.8 cil.V.90°, 250 KS, 220 km/h, 4 vr. 5 sj.,
300 SEL 3,5 : isto, ali 205 km/h,
600 : isto, ali 205 km/h, 6 ili 8 sj.,
C 111 : m. Wankel, 4 rotora, 350 KS, 300 km/h, coupé 2 sj.

MERCURY, Dearborn, SAD.
Cougar, XR7, Eliminator :
m. 8 cil. V. 253, 304 ili 340 KS, 185, 200 odnosno 210 km/h,
Monterey, Marauder, Marquis, Brougham, Colony Park :
m. 8 cil V. 269 KS, 185 km/h,
ili 8 cil. V. 324 KS, 190 km/k, ili 365 KS, 195 km/h.

MG, Cowley, Oxford, Engleska.
Midget Mk III : m.4 cil.R.66 KS, 153 km/h, cabriolet,2 sj.,
1300 Mk II : m.popreč.4 cil.R.71 KS,prigon, 150 km/h, 5 sj.,
Series MGB : m. 4 cil. R.96 KS, 173 km/h, cabr.2 sj.coupé 2+2 sj.

MINI, Birmingham, Engleska.
850 : m.popreč.4 cil.R.35 KS,prigon,116 km/h, 2 vr. 4 sj.,
1000 : m. 4 cil. R. 39 KS, 120 km/h,
Cooper S : m.4 cil.R. 77 KS, 156 km/h,
Clubman : m. 4 cil R. 39 KS, prigon, 117 km/h,
1275 GT : m. 4 cil. R. 61 KS, 145 km/h.

MONTEVERDI, Binnigen, Švicarska.
High Speed 375 S : m.Chrysler,8 cil.V.90°, 380 KS, 255 km/h,
Hai 450 SS : isto, ali 450 KS, 280 km/h, coupé.

MORRIS, Birmingham, Engleska.
Minor 1000 : m.Austin,popreč. 4 cil.R.49 KS,prigon, 121 km/h,
1100 Mk II, 1300, 1300 GT, 1800 Mk II, 1800 Mk II S :
isto kao odnosni Austini,
Oxford Series VI : m. 4 cil. R. 62 KS, 130 km/h, berlina,5 sj.

MORGAN, Malvern Link, Engleska.
4–4 1600 : m. Ford, 4 cil. R. 71 KS, 150 km/h, 2 sj.,
4–4 1600 Competition : isto, ali 90 KS, 170 km/h, 2 sj.,
Plus 8 : m. Rover,8 cil.V.90°, 160 KS, 210 km/h, 2 sj.

MOSKVIĆ, Moskva, SSSR.
408 – 426 : m.4 cil.R.60,6 KS, 120 km/h,berl.4 vr.,st.w.5 vr.
412 : m. 4 cil. R. N. 20°, 80 KS, 140 km/h.

NSU, Neckarsulm, SR Njemačka.
Prinz 4 L : m.str.2 uspr.cil.zračno hlađena,30 KS, 120 km/h,5 sj.,
1000–1000 C : m.str.popreč.4 cil.R.40 KS,zrač.hlad., 130 km/h,
TTS : isto, ali 70 KS, 160 km/h,
1200–1200 C : m.str.popreč.4 cil.R.55 KS,zrač.hlad.,145 km/h,
TT : isto, 65 KS, 155 km/h,
RO 80 : m. Wankel, 2 rotora, 115 KS,prigon, 180 km/h, 5 sj.

OLDSMOBILE, Lansing, Michigan, SAD.
F 85, Cutlass, Cutlass Supreme : m.6 cil.R.157 KS, 170 km/h,
ili m. 8 cil.V.90°, 253 KS,180 km/h;314 KS,190 km/h;
324 KS, 180 km/h automat.
Delta 8, Delta 88, Delta Royale 88 : m.8 cil.V.90°, 253 KS,170 km.
ili isto, ali 314 KS, 180 km/h;370 KS,185 km/h;395 KS, 190 km.
98 : m. 8 cil. V.90°, 370 KS, autom. mj. 185 km/h.
Toronado : m.8 cil.V.90°, 380 KS, prigon, 180 km/h, coupé,6 sj.

OPEL, Rüsselsheim, SR Njemačka.
Kadett, Kadett L, Kadett LS : m.4 cil.R.45 KS, 130 km/h,
ili isto, ali 55 KS, 135 km/h; 60 KS, 145 km/h; 75 KS,153 km/h,
Rallye Kadett : m.4 cil.R.90 KS,170 km/h,coupé,2 vr. 5 sj.,
GT 1100, GT 1900 : m.4 cil.R.60 KS odn.90 KS, 155 odn. 185 km
Olympia : m.4 cil.R.60, 75 ili 90 KS; 140, 153 odn. 162 km/h.
Rekord : m.4 cil.60,66,75 ili 90 KS; 140,143,153 odn. 160 km/h,
Rekord Sprint : m.4 cil.R.106 KS, 175 km/h, berl.i coupé,5 sj.,
Commodore : m.6 cil.R.120 KS,berlina 170 km/h, coupé,175 km
Commodore GS i GS–E : isto, ali 130 odn.150 KS, 189 odn. 197 km
Kapitän : m. 6 cil. R. 132 KS, 175 km/h,
Admiral : isto, ali 145 KS, 182 km/h.
Diplomat : isto, ali 165 KS, 190 km/h,
ili 8 cil.V.90°, 230 KS,205 km/h.

PEUGEOT, Sochaux, Francuska.
204 : m.popr.4 cil.R.N.20°, naprijed, 48 KS,prigon,140 km/h
(ili dizel 35 KS, 122 km/h),
204 C : isto, ali coupé ili cabr. 2 vr. 2+2 sj, 142 km/h,
304 : isto, 58 KS, prigon, 150 km/h, 4 vr. 4–5 sj.,
304 C : isto, ali 65 KS, 152 km/h, coupé 2 sj.cabr. 2+2 sj.,
404 : m.4 cil.R.N.45°, desno,69 KS,150 km/h,
(ili dizel 60 KS, 130 km/h),
404 Familiale grande luxe, Break super luxe : isto,66 KS,145 km/h.
(ili dizel 58 KS, 128 km/h),
504 : m.4 cil.N.45°, desno, 98 KS, 162 km/h,
(ili dizel 65 KS, 134 km/h),
ili isto, ali 110 KS, 173 km/h, ili dizel 65 KS, 134 km/h.
504 C : isto, ali coupé i cabr 2 vr. 4 sj. 179 km/h.

PLYMOUTH, Chrysler Corp., Detroit, SAD.
Valiant, Duster, Duster 340 : 6 cil.R.127 KS, 155 km/h,
ili 147 KS, 160 km/h,
ili 8 cil. V. 233 KS, 170 km/h; ili 279 KS, 175 km/h.
Barracuda, Gran coupé, Couda : m.6 cil.R.147 KS, 165 km/h,
ili 8 cil.V.233 KS, 170 km/h, ili 279 KS, 180 km/h,
ili 335 KS, 195 km/h, ili 340 KS, 195 km/h,
ili 380 KS, 200 km/h,
ili 395 KS, 200 km/h, ili 431 KS, 220 km/h, 2 vr. 4 sj.
Fury, Sport Fury, Suburban : m. 6 cil.R. 147 KS, 145 km/h,
ili 8 cil.V.233 KS, 165 km/h, ili 294 KS, 170 km/h,
ili 335 KS, 180 km/h, ili 355 KS, 180 km/h,ili 395 KS, 185 km/h.

PONTIAC, Pontiac SAD.
Firebird Standard, Sprint, Formula 400, Trans–Am :
6 cil. R. 157 KS, 170 km/h,
ili 8 cil.V.90°, 259 KS, 180 km/h; ili 269 KS, 185 km/h;
ili 8 cil.V.90°, 335 KS, 195 km/h;
ili 350 KS, 200 km/h, svi coupé 4 sj.
Tempest, Le Mans, Le Mans Sport : m.6 cil.R.157 KS, 170 km/h,
ili 8 cil. V. 259 KS, 175 km/h; ili 269 KS, 180 km/h;
ili 335 KS, 180 km/h.
GTO : m. 8 cil. V. 90°, 355 KS, 185 km/h; ili 371 KS, 195 km/h;
ili 375 KS, 190 km/h, ili 365 KS, 185 km/h svi coupé 5 sj.

PORSCHE, Stuttgart–Zuffenhausen, SR Njemačka.
911 T : m.str.6 cil.vod.bokser,zrač.hladen,125 KS,205 km/h,
911 E : isto, ali 155 KS, 220 km/h, coupé ili cabr. 2+2 sj.,
911 S : isto, ali 180 KS, 230 km/h, coupé ili cabr. 2+2 sj.

RENAULT, Billancourt, Francuska.
4 :m. 4 cil. 27 KS, prigon, 110 km/h, 5 vr. 4 sj.,
6 : isto, ali 34 KS, 120 km/h,
6 TL : isto, ali 48 KS, 135 km/h.
8 : m. str. 4 cil R. 46 KS, 135 km/h, berlina,4 vr. 5 sj.
8 S : isto, ali 53 KS, 145 km/h,
10 : m. str. 4 cil.R. 48 KS, 135 Km/h, berlina,4 vr. 5 sj.
10 Automatic, kao 10, motor kao 8, automat. mjenjač, 132 km/h,
12 : m. spr. 4 cil. R. 54 KS, prigon, 140 km/h,
12 Gordini : isto, ali 113 KS, prigon, 185 km/h,
16 TS : isto, ali 83 KS, prigon, 165 km/h,
16 TA : isto, ali 67 KS, prigon, 145 km/h.

ROLLS – ROYCE, Crewe, Engleska.
Silver Shadow : m.8 cil.V.90°, 290 KS,190 km/h.
berlina,5 sj. coupé, cabriolet,4 sj.,
Phantom VI : isto, ali limuzina 7 sj. 180 km/h.

ROVER, Solihull, Warwickshire, Engleska.
2000 : m.4 cil.R. 91 KS, 161 km/h, berlina,4 vr. 4 sj.,
2000 TC : isto, ali 110 KS, 180 km/h,
3500 : m.8 cil.V.90°, 160 KS,190 km/h, berlina 4 sj.,
3,5 Litre : isto, ali 5 sj., coupé 4 vr. 4 sj.,185 km/h.

SAAB, Linköping, Švedska.
V 4 : m.Ford 4 cil.V.60°, 65 KS, prigon,2 vr.5 sj.ili 3 vr.7 sj.148 km.
Sonett : isto, ali coupé, 2 sj. 165 km/h.
99 – 99 EA : m. 4 cil.R.N.45°, prigon, 155 km/h.

SINGER, Ryton–on–Dunsmore, Engleska.
Chamois : m. Hillman Imp. 39 KS, 126 km/h, 4 sj.
Chamois Coupé : isto, ali 2+2 sj. 130 km/h,
Chamois Sport : m. 4 cil. R. 51 KS, 145 km/h,
Gazelle : m. 4 cil. R. 60 KS, 133 km/h,
Vogue : m. Hillman Hunter, 74 KS, 145 km/h.

SUNBEAM, Ryton – on – Dunsmore, Engleska.
Za izvoz pod imenom Hillman, Singer i Humber, osim toga :
Rapier : m. 4 cil. R. 88 KS, 164 km/h, coupé 5 sj.,
Alpine : isto, ali 74 KS, 148 km/h,
H 120 : m. 4 cil.R. 111 KS, 171 km/h.

ŠKODA, M. Boleslav, Čehoslovačka.
100 – 100 L : m.str.4 cil.R.N.30°, desno,43 KS,125 km/h,4 vr.5 sj.,
110 L – 110 R : m.str.4 cil.R.49 KS,135 km/h, berlina i coupé,
Octavia Combi : m. 4 cil.R.43 KS, 120 km/h, 3 vr. 5 sj.

THUNDERBIRD, Dearborn, SAD.
m. 8 cil. Ford Fairlane, 365 KS, 200 km/h,
m. 8 cil. Lincoln Continental, 370 KS, 200 km/h.

TOYOTA, Toyota – shi, Aichi – ken, Japan.
1000 : m. 4 cil. R. 58 KS, 140 km/h,
Corolla 1200 : m.4 cil.R.73 KS,145 km/h (coupé 150 km/h).
Corolla 1200 SL : isto, ali 83 KS, 155 (160) km/h.
Corona 1500 : m. 4 cil. R. 77 KS, 145 km/h,
Corona Mk II 1700 : isto, ali 103 KS, 155 km/h,
Corona Mk II 1700 SL : isto, ali 113 KS 170 km/h.
Corona Mk II 1900 : isto, ali 98 KS, 165 km/h,
Corona Mk II 1900 SL : isto, ali 124 KS, 175 km/h,
Crown 2300 : m.6 cil.R.103 KS, 160 km/h, razl. karoserije.
Crown Standard : m. 4 cil. R. 95 KS, 140 km/h.

TRIUMPH, Coventry, Engleska.
Herald 13 – 60 : m. 4 cil. R. 61 KS, 137 km/h,
Toledo : m. 4 cil. R. 62 KS, 145 km/h,
1300 : m. 4 cil. R. 61 KS, prigon, 137 km/h,
1300 TC : isto, ali 75 KS, 144 km/h,
Spitfire Mk III : m. 4 cil. R. 75 KS, zagon, 160 km/h,
GT 6 Mk II : m.6 cil.R. 104 KS, 177 km/h, coupé 2 sj.,
Vitesse 2 litre : isto, ali 2 vr. 4 sj. 166 km/h,
2000 Mk II : m.6 cil.R.90 KS,161 km/h, 4 ili 5 vr. 5 sj,
2,5 PI Mk II : isto, ali 132 KS, 179 km/h,
TR 6 PI : isto, ali 150 KS, cabr. i coupé, 185 – 200 km/h,
Stag : m. 8 cil. 145 KS, 190 km/h, 2+2 sj.

VANDEN PLAS PRINCES, Longbridge, Birmingham Engl.
m. popreč. spr. 4 cil.R. 66 KS, prigon,146 km/h, 4 vr. 4 sj.

VAUXHALL, Luton, Engleska.
Viva – Viva SL : m. 4 cil. R. 47 KS, 133 km/h,
Viva de luxe 90 – SL 90 : isto, ali 60 KS, 143 km/h,
Viva 1600 de luxe – 1600 SL : m.4 cil.R.N.45°, 72 KS, 150 km/h,
Viva GT : isto, ali 106 KS, 160 km/h,
Victor Super : isto, ali 150 KS, 5 vr. 5 sj.,

Victor 2000 SL : isto, ali 92 KS, 160 km/h,
VX 4/90 : isto, ali 104 KS, 165 km/h,
Ventora II – Victor 3300 SL : m.6 cil.R.124 KS, 169 km/h,
Cresta de luxe – Viscount : isto, ali 124 ili 69 KS, 169 odn.155 km/h.

VOLGA, Gorki, SSSR.
21 C – 22 G : m.4 cil.R.95 KS,135 km/h
(m. dizel Rover 65 KS, Peugeot 68 KS),
GAZ – 24 : m. 4 cil. R. 110 KS, 145 km/h.

VOLKSWAGEN, Wolfsburg, SR Njemačka.
1300 : m. str.4 cil.vodor.bokser, 44 KS,zrač.hlađen, 125 km/h,
1200 : isto, ali 34 KS, 115 km/h (na zahtjev m. 1300),
1302 : isto, ali dulji 125 km/h, berlina i cabriolet,
1302 S : isto, ali 50 KS, 130 km/h, coupé i cabriolet 2+2 sj.,
181 :isto, ali 44 KS, cabr. 4 vr. 5 sj. 110 km/h,
1600 : m. str.4 cil.vodorav.bokser, 54 KS, zrač. hlađ. 135 km/h,
ili isto, ali m. 44 KS, 125 km/h,
411 E – 411 LE : isto, ali 80 KS, 155 km/h,
K 70 : m.spr.4 cil.R.N.desno, 75 KS, prigon, 148 km/h,
ili isto, ali m. 90 KS, prigon, 158 km/h.

VOLKSWAGEN – PORSCHE, Stuttgart, SR Njemačka.
914/4 : m. VW 411 E, 80 KS, 177 km/h, coupé,2 sj.
914/6 : m.Porsche 6 cil.vod.bokser, 110 KS.zrač.hlađ.201 km/h.

VOLVO, Göteborg, Švedska.
122 S : m. 4 cil. R. 100 KS, 165 km/h,
121 : isto, ali 82 KS, 155 km/h,
1800 E : isto, ali 120 KS, 185 km/h, coupé,2+2 sj.,
142 S, 144 S, 145 S : m.4 cil.R. 100 KS, 160–165 km/h, 4 i 5 vr.
142, 144, 145 : isto, ali m. 130 KS, 170 km/h,
142 S GT : kao 142 S, ali 105 KS, 165 km/h.
164 : m. 6 cil.R. 130 KS, 180 km/h, 4 vr. 5.sj.

WOLSELEY, Longbridge, Birmingham, Engleska.
1300 Mk II : m.spr.popreč.4 cil.R.66 KS,prigon,146 km/h,
16/60 : m. 4 cil. R. 62 KS, 135 km/h,
18/85 Mk II : m.spr.popreč. 87 KS,prigon, 147 km/h,
18/85 Mk II S : isto, ali 97 KS, 161 km/h.

ZASTAVA, Crvena zastava, Kragujevac, SFRJ.
Zastava 750 : m. str. 4 cil. R. 29 KS, 110 km/h.
Zastava 1300 : m. spr. 4 cil. R. 65 KS, 140 km/h.

ZAZ, Zaporožje, SSSR.
966 B : m.str.4 cil.V.90°, 27 KS,zrač.hlađ. 110 km/h, 2 vr. 4 sj.,
966 : isto, ali 40 KS, 120 km/h.
Jalta : isto, ali m. Renault 4 cil.R. 41 KS, 120 km/h.

ZIL, Moskva, SSSR.
114 : m. 8 cil. V.90°, 300 KS, 190 km/h, limuzina 7 sj.,
(ili dizel 58 KS, 128 km/h),
504 : m. 4 cil. N. 45°, desno, 98 KS, 162 km/h,
(ili dizel 65 KS, 134 km/h),
ili isto, ali 110 KS, 173 km/h,
(ili dizel 65 KS, 134 km/h).
504 C : isto, ali coupé i cabriolet,2 vr. 4 sj. 179 km/h.

KAZALO IMENA I POJMOVA

POGOVOR

Ovo je knjiga o brodovima i cestovnim vozilima. Ona počinje od onog doba kad je čovjek u pradavnoj prošlosti slab, nag i bespomoćan u nemilosrdnom životinjskom carstvu i surovoj prirodi, postao razuman i shvatio da su mu ruke najsavršenije oruđe. Um i ruke temelj su svega što je čovjek stvorio u svijetu, od obične drvene poluge i kamenog klina do nuklearne podmornice i umjetnih svemirskih satelita.

*

Čovjek je u pradavnoj prošlosti naučio dobivati vatru i iskoristiti kamen, kost ili školjku da mu posluže kao oruđe i oružje za bolji život i borbu za opstanak. Pod kraj kamenog doba na obalama Nila započeo je taliti metal. Egipćani su prvi naučili obrađivati bakar i izrađivati bakreno oruđe iako su pri balsamiranju mumija uvijek upotrebljavali samo kremene noževe. Poslije tri tisuće godina naučili su praviti bronzu i izrađivati bronzana svrdla, kojima su bušili rupe u stijenama i odvaljivali golemo kamenje za gradnju hramova i piramida. Poluge, valjci, užeta i nosila bijahu prevozna prasredstva, a ukroćene životinje čovjekovi pomagači. To su prvi počeci kojima je posvećeno i prvo poglavlje ove knjige.

* *

Drugo je poglavlje posvećeno brodovima, jer je povijest čovječanstva usko povezana s poviješću plovidbe. Veza je shvatljiva kad se pomisli da su četiri petine zemaljske kugle pokrivene vodom. Što je čovjek bio sposobniji da se otisne na more i što ga je više osvajao, to više je mogao proširiti krug znanja i povećati svoju moć i blagostanje. Čovjek se bori s morem već mnogo tisućljeća i još ga nije pobijedio. Kako se razvija ta borba tako se uzdiže i stupanj civilizacije i ubrzava poznavanje svijeta. Čovjek je od običnog pripadnika malog plemena postao građanin svijeta.

Sićušan i slab čovjek prihvatio se zadatka da nadvlada neizmjerno more. U početku kao da je to bio presmion pothvat, ali u borbi čovjeku je pomogao brod. Prvi je brodić bio kratak i nepouzdan: tjerale su ga veslima mišice nekolicine ljudi. Kasnije je ojačao i slobodno zaplovio pučinom s razapetim bijelim jedriljem, nošen vjetrom na vrhovima pjenušavih kresta. Sada čelični gorostasi oštrim rilom sijeku valove, a tjerani snažnim motorima u svojoj golemoj utrobi prkose vihorima i vodenom bijesu.

U svako doba povijesti čovječanstva brod je bio odraz stanja i napretka, pa je zato u zbilji i u mašti uvijek budio radoznalost. On podsjeća na likove pomoraca, kapetana, otkrivača, gusara i morskih razbojnika pirata, ali i pokazuje kako je mogao taj plod uma i čovjekovih ruku pobijediti bijes najmoćnijih prirodnih sila.

Nije ovo djelo o povijesti pomorstva, ali nije ni otrgnuto iz povijesti s kojom je usko povezano. Ovo je zbirka slika i znanja o brodu kroz vijekove. Ovo je poglavlje o brodovima za one čitaoce, koji se rado vraćaju u doba nalojenih vesala, lepršava jedrilja i prvih škripavih strojeva; za one koji u brodu mogu vidjeti oblikovanu veličinu čovjekova uma i proizvod njegovih ruku.

* * *

Treće je poglavlje posvećeno cestovnim vozilima, ponajviše automobilima. Automobilima nedaleke prošlosti, sadašnjim i budućim.

Automobili su najizrazitija stvarnost našeg doba. Današnji se svijet i ne može zamisliti bez njih. Automobili nas prevoze, oduševljavaju, uzbuđuju, zadivljuju, zastrašuju i opsjedaju. Nisu oni više raskoš i luksuz, nego nužno prometno sredstvo, vrst oruđa, pomoć i potreba modernog života. Oni su slika blagostanja: što je više automobila u nekoj zemlji i život je na toliko višoj razini.

Ni ovo poglavlje nije povijest automobilizma. Nije ni udžbenik automobilske mehanike, ni skup savjeta mladim vozačima. Ovo je priča o onim automobilima koji su oduševljavali naše djedove, o sadašnjim što im se divimo i o budućim vozilima koja će možda letjeti povrh gradova i parkirati na krovovima, a još im ne znamo ni imena.

Povijest automobila nije stara, jer počinje tek pod kraj XIX st. Ali je od tada više od 3600 poduzeća do danas izradilo oko osam stotina milijuna različnih motornih vozila. Poneka su od njih našla svoj kutić i na stranicama ovog poglavlja. Uz njih je ispripovijedano ponešto i o tvornicama koje su ih izradile, a nisu zaboravljeni ni ljudi koji su svojim umom i trudom pridonijeli njihovu razvoju.

Ovo je djelo posvećeno pomorcima, automobilistima, izumiocima i radnicima koji su za razvoj brodova i motornih vozila, pomorstva i automobilizma žrtvovali svoje živote.

SADRŽAJ

PJEŠAK, ŽIVOTINJE, BRODOVI I CESTOVNA VOZILA

BRODOVI

CESTOVNA VOZILA

PRILOZI

Likovni urednik
IRISLAV MEŠTROVIĆ

Izašlo u suradnji izdavača:

Izdavačko knjižarsko poduzeće
MLADOST
Zagreb, Ilica 30

Za izdavača
BRANKO JURIČEVIĆ

DRŽAVNA ZALOŽBA SLOVENIJE
Ljubljana, Mestni trg 26

Za izdavača
IVAN BRATKO

Štamparski zavod »Ognjen Prica«, Zagreb, Savska c. 31 — 1971.

Među ljudskim djelatnostima koje karakteriziraju život današnjeg čovjeka istaknuto mjesto zauzima i sport, pa su sportskim disciplinama i aktivnostima u I kolu **Kruga znanja** posvećene dvije knjige.

KNJIGA O SPORTU — *knjiga prva*

U ovoj knjizi obrađen je razvoj fizičke kulture i sporta: gimnastike, atletike, košarke, rukometa, ragbija, hazene, nogometa, hokeja na travi, tenisa, stolnog tenisa, odbojke, baseballa, kuglanja, streljaštva, streličarstva, rvanja, boksa, džuda, mačevanja, dizanja utega, plivanja, skokova u vodu, vaterpola, veslanja, kajaka, kanoa, jedrenja, boćanja, golfa, motornog sporta na vodi, skijanja na vodi, klizanja, sanjkanja, bobsleigha, hokeja na ledu itd.

U pripremi je za štampanje

KNJIGA O SPORTU - *knjiga druga*

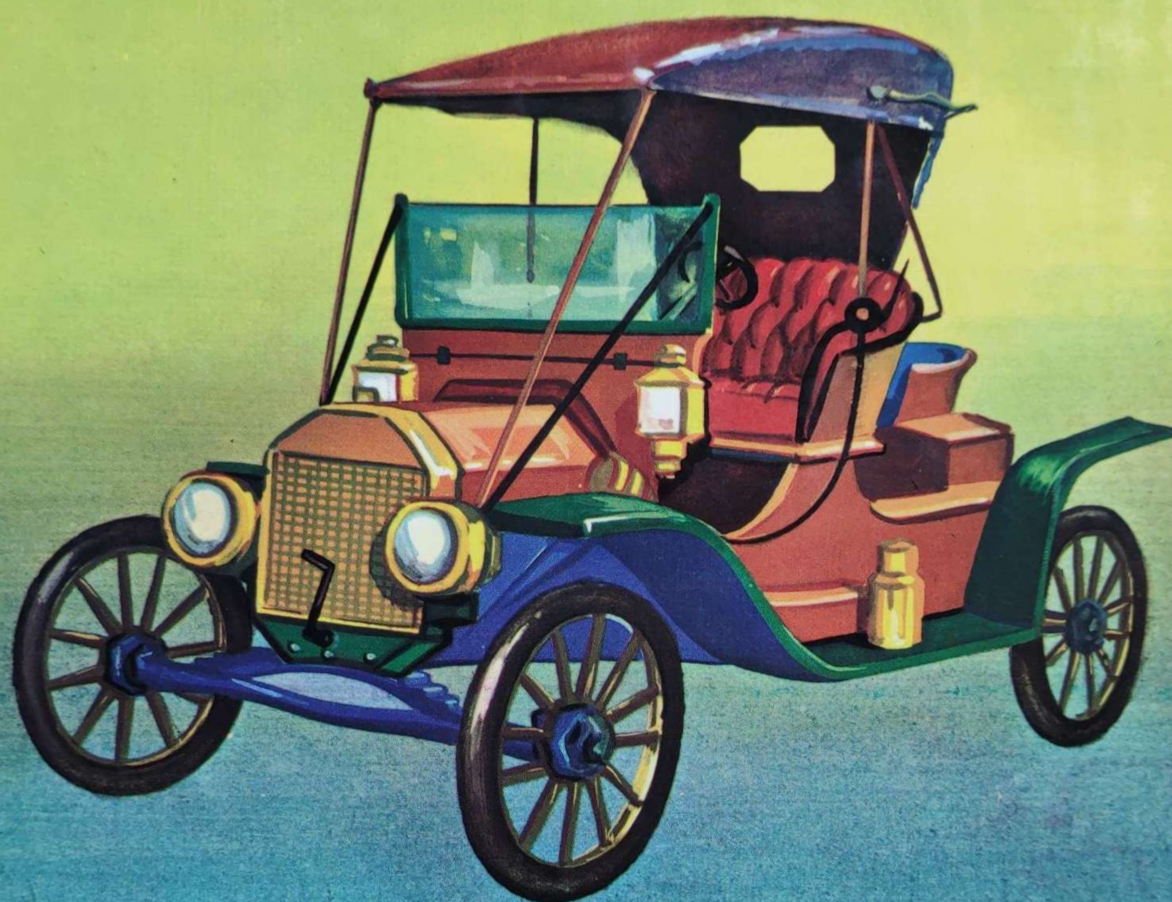
U toj su knjizi obrađeni konjički sport, biciklizam, motorno letenje, zrakoplovstvo, jedriličarstvo, padobranstvo, zrakoplovno modelarstvo, motociklizam, automobilizam, karting, koturaljkanje, olimpijske igre, planinarstvo, alpinizam, istraživanje krškog podzemlja, izviđači, podvodni ribolov, ribolov na slatkim vodama i na moru, lov, rekreacija, viteške igre i alke, plesovi s mačevima, štafeta mladosti, šah, sport i zdravlje, sport u narodnoj književnosti, sport u starogrčkoj književnosti, sport u modernoj književnosti, sport i film, sport i muzika, sport u likovnoj umjetnosti, sport na markama, sportske građevine, fizički odgoj u školama, organizacija fizičke kulture, sportska štampa, radio-amaterizam, korida, rodeo, sportska fotografija itd.

U suradnji od oko 60 istaknutih domaćih sportskih radnika, u redakciji Žarka Susića, nastale su bogato ilustrirane knjige u kojima je kod nas prvi put kompletno prikazan strani i domaći sport.

II kolo **Kruga znanja** obuhvatit će ove knjige

1. **OD POLA DO POLA**
2. **SVIJET BOJA I OBLIKA**
3. **OD KIŠNE KAPI DO OCEANA**
4. **KAZALIŠTE, FILM, MUZIKA**

Kompletna biblioteka Krug znanja obuhvatit će 20 knjiga, iz područja nauke, kulture i ljudskih djelatnosti, potrebnih svakom modernom čovjeku, bez obzira na dob i obrazovanje.



mladost